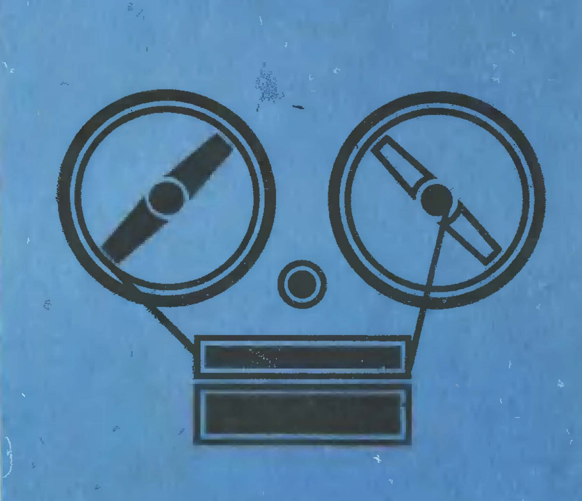
Ю.И.КОЗЮРЕНКО



ЗАПИСЬ И ПЕРЕЗАПИСЬ МАГНИТНЫХ ФОНОГРАММ








МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Основана в 1947 году

Выпуск 1015

Ю. И. КОЗЮРЕНКО

ЗАПИСЬ И ПЕРЕЗАПИСЬ МАГНИТНЫХ ФОНОГРАММ

МОСКВА «ЭНЕРГИЯ» 1980 г.

ББК 32.871
К59
УДК 681.84.083.8

Козюренко Ю. И.

К59 Запись и перезапись магнитных фонограмм. — М.: Энергия, 1980. — 56 с., ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1015).

30 к.

Рассматриваются практические вопросы перезаписи магнитных фонограмм и запись звуковых программ с радиоприемника, телевизора, проигрывателя и иных источников. Даются советы по использованию различных устройств и приспособлений для получения звуковых эффектов при записи и перезаписи. Рассматриваются приемы и методы художественного и трюкового монтажа магнитных фонограмм.

Книга рассчитана на широкий круг радиолюбителей.

К $\frac{30403\text{-}265}{051(01)\text{-}80}$ 253-80. 2402030000

ББК 32.871
6Ф2.7

ПРЕДИСЛОВИЕ

Магнитная запись звука получила широкое распространение. Для пополнения домашних фонотек наиболее часто обращаются к перезаписи магнитных фонограмм и грампластинок, а также записи с эфира и с радиотрансляционной линии.

Перезапись магнитных фонограмм производят для озвучения фильмов и звукового оформления любительских спектаклей, для подготовки программ местного вещания в учебных заведениях и на предприятиях.

Сама запись и перезапись не таят особых секретов, и тем не менее получить качественную фонограмму удается далеко не всегда. Большинство любителей не могут мириться с искажениями, ухудшающими качество фонограммы при записи, например с ограничением диапазона записываемых и воспроизводимых частот, изменением тембровой окраски первоначального звукового сигнала, появлением в спектре сигнала дополнительных паразитных шумов и искажений, периодическими изменениями частоты записываемого сигнала и т. д.

Многих слушателей уже не удовлетворяет монофоническая запись, которая не позволяет получить пространственного распределения источников звука по сравнению со стереофонической записью. Все это определяет повышение требования к знанию техники и условий записи и перезаписи.

Можно надеяться, что книга поможет читателю получить высокое качество записи магнитных фонограмм. Отзывы и пожелания посылайте по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, изд-во «Энергия», редакция Массовой радиобиблиотеки.

Автор

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ БЫТОВЫХ МАГНИТОФОНОВ

В настоящее время на бытовые магнитофоны действует ГОСТ 12392-71, согласно которому промышленность выпускает магнитофоны четырех классов, отличающиеся качественными показателями и наличием тех или иных эксплуатационных удобств.

В стереофоническом варианте выпускаются магнитофоны I и II классов, а в монофоническом варианте — III—IV классов.

Основные параметры магнитофонов. Качество записи и воспроизведения характеризуется следующими параметрами: номинальной скоростью магнитной ленты, коэффициентом детонации, частотными характеристиками каналов воспроизведения и записи-воспроизведения, коэффициентом нелинейных искажений, уровнями записи и шумов.

В бытовых магнитофонах используют три номинальных скорости ленты: 19,05; 9,53 и 4,76 см/с. Если скорость фонограммы при воспроизведении будет отличаться на постоянное значение от скорости, при которой она была записана, то тональность звучания при воспроизведении будет ниже или выше естественной. Согласно ГОСТ 12392-71 отклонение скорости ленты от номинальной для всех классов магнитофонов не должно превышать ±2%.

Движение магнитной ленты в лентопротяжном механизме магнитофона сопровождается как периодическими, так и непериодическими колебаниями скорости. В результате колебаний воспроизводимый сигнал оказывается частотно-модулированным. Возникающие при этом изменения высоты тона называют детонацией. Особенно неприятны для слуха колебания скорости с частотами от 2 до 6 Гц.

За меру количественной оценки детонации принят коэффициент детонации, равный относительному отклонению мгновенной скорости ленты от среднего значения, выраженному в процентах. Наименьшим коэффициентом детонации обладают магнитофоны I класса.

Для того чтобы фонограмма, записанная на одном магнитофоне, воспроизводилась без искажений на других, нормируются частотные характеристики каналов воспроизведения и записи — воспроизведения (на линейном выходе магнитофона), а также их неравномерности. На рис. 1 изображены поля допусков частотных характеристик для магнитофонов I и II—IV классов, где $f_н$ и $f_в$ — нижний и верхний пределы рабочего диапазона частот магнитофонов.

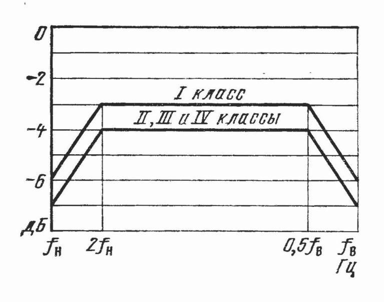


Рис. 1. Поля допусков неравномерности частотных характеристик магнитофонов.

Нелинейные искажения при записи на исправном магнитофоне обусловливаются в основном магнитной лентой. Искажения в усилителях записи и предварительных усилителях воспроизведения незначительны и не превышают 0,8%. Нелинейные искажения зависят от уровня записи и тока подмагничивания.

Под уровнем записи понимают степень намагниченности магнитной ленты, на которой произ-

ведена запись. Уровень записи определяет отношение сигнал/помеха канала запись — воспроизведение магнитофона. Чем с большим уровнем записывается полезный звуковой сигнал, тем ниже относительный уровень помех. Однако с увеличением уровня записи увеличиваются нелинейные искажения. Поэтому максимально допустимое значение уровня записи нормируется.

В качестве номинального значения уровня записи (степени намагниченности ленты) принято действующее значение остаточного магнитного потока ленты на 1 м ширины дорожки. Для лент, используемых в бытовых магнитофонах, номинальный уровень записи на частоте 400 Гц соответствует намагниченности ленты в 256 нВб/м. Допустимые отклонения от уровня не должны превышать ±2 дБ.

Помехи в бытовых магнитофонах возникают в канале воспроизведения и помех, наводимых на магнитную головку и цепи усилителя. Относительный уровень помех в канале воспроизведения — это выраженное в децибелах отношение напряжения на выходе магнитофона, работающего в режиме воспроизведения без ленты, к напряжению на том же выходе при воспроизведении записи номинального уровня. Из двух магнитофонов для воспроизведения фонограммы при перезаписи следует выбирать тот, у которого уровень помех наименьший.

Помехи канала запись — воспроизведение складываются из помех канала воспроизведения, помех усилителя записи и шумов ленты. Шум ленты возникает из-за неоднородности ее структуры и непостоянства механического контакта между лентой и магнитной головкой вследствие неровности поверхности ленты. Шум ленты возрастает, если ток подмагничивания отличается от оптимального значения для данного типа ленты.

Относительный уровень помех в канале запись — воспроизведение — есть выраженное в децибелах отношение напряжения на выходе магнитофона, работающего в режиме воспроизведения с лентой, на которой записана «пауза» [1], к напряжению на том же выходе при воспроизведении записи номинального уровня.

Основные параметры магнитофонов приведены в табл. 1.

В зависимости от класса предусматривается различный комплекс устройств, повышающих функциональное назначение и комфортность магнитофона.

В последнее время отечественная промышленность освоила выпуск магнитофонов, характеристики которых превосходят параметры магнитофонов первого класса. Это стереофонические магнитофоны — приставки высшего класса «Маяк-001-стерео», «Илеть-001-стерео», «Романтика-001-стерео» и др. Предназначаются такие аппараты для использования в стереофонических радиокомплектах высшего класса.

Структурные схемы магнитофонов. Электрические схемы бытовых магнитофонов определяются классом аппарата и его целевым назначением.

Рассмотрим основные функциональные части электрической схемы на примере монофонического магнитофона (рис. 2). Входное устройство *ВУ* обеспечивает возможность подключения к магнитофону

---

[1] «Пауза» — запись без сигнала на входе магнитофона. Ко входу должно быть подключено эквивалентное сопротивление источника сигнала (микрофона, звукоснимателя или радиотрансляционной линии).

Таблица 1

Параметры	Классы			
	I	II	III	IV
Номинальные скорости магнитной ленты, см/с (обязательные)	19,05; 9,53; 4,76	9,53; 4,76 или 19,05; 9,53	9,53	4,76
Коэффициент детонации, %, не более, при скорости, см/с:				
19	±0,1	±0,2	—	—
9	±0,2	±0,3	±0,3	—
4	±0,3	±0,4	—	±0,6
Рабочий диапазон частот, Гц, на линейном выходе при скорости, см/с:				
19	40—18 000	40—16 000	—	—
9	40—14 000	63—12 500	63—12 500	—
4	63—8000	63—6300	—	80—6300
Относительный уровень помех в канале воспроизведения, дБ, не хуже, для магнитофонов с числом дорожек на ленте:				
2	—52	—48	—45	—43
4	—48	—44	—42	—40
Относительный уровень помех в канале запись — воспроизведение, дБ, не хуже, для магнитофонов с числом дорожек на ленте:				
2	—48	—45	—42	—40
4	—45	—42	—39	—37

источников сигналов с различными уровнями. В магнитофонах III и IV классов в качестве входного устройства обычно применяют делитель напряжения, к которому подключают микрофон, звукосниматель, радиоприемник, телевизор, радиотрансляционную линию или выход другого магнитофона.

Номинальное напряжение микрофонного входа составляет около 1 мВ при сопротивлении 1—1,5 кОм. Номинальное напряжение входа, предназначенного для записи от радиоприемника и телевизора, равно 10—30 мВ, а его полное электрическое сопротивление должно быть не менее 25 кОм. Номинальное напряжение входа для записи от пьезоэлектрического звукоснимателя составляет 150—500 мВ, полное электрическое сопротивление входа — не менее 400 кОм. Номинальное напряжение входа для записи от радиотрансляционной линии должно быть 10—30 В, а его полное сопротивление — не менее 10 кОм. С помощью делителя напряжение сигнала разных источников приводится к одному уровню микрофона. Недостаток такой схемы состоит в смешивании сигналов нескольких источников, одновременно подключенных к делителю.

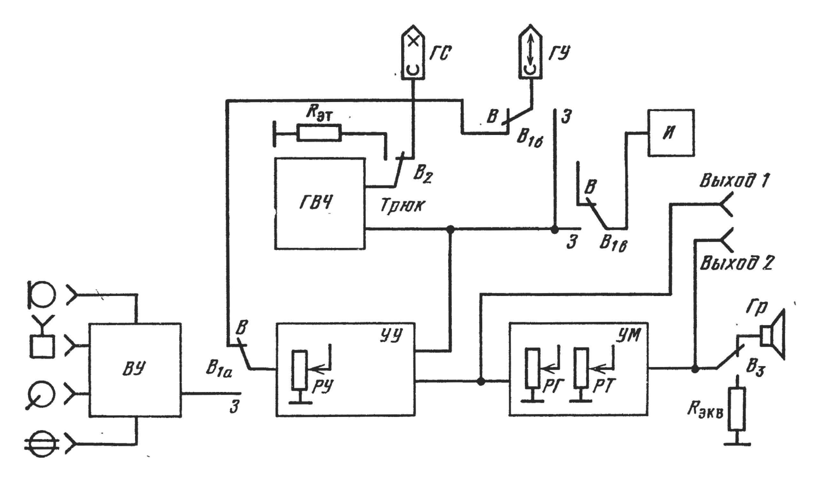


Рис. 2. Структурная схема бытового монофонического магнитофона.

В магнитофонах I и II классов используют входное устройство, в котором с помощью переключателя осуществляется избирательное подключение к каналу записи того или иного источника. В этом случае все источники можно подключить одновременно ко входу магнитофона без опасения смешивания и влияния сигналов друг на друга. Это удобно для оперативного использования магнитофона.

Сигнал с входного устройства через контакт переключателя режима работы $B_{1а}$ поступает на вход универсального усилителя *УУ*, совмещающего функции усилителя записи и усилителя воспроизведения. В универсальном усилителе производится коммутация цепей, определяющих его частотную характеристику в зависимости от режима работы (*Запись* или *Воспроизведение*), а также регулирование уровня записи с помощью регулятора уровня *РУ*.

Записываемый сигнал с выхода универсального усилителя поступает через переключатель $B_{1б}$ на универсальную головку *ГУ* и через переключатель $B_{1в}$ — на индикатор уровня *И*. Одновременно с записываемым сигналом в универсальную головку от генератора высокой частоты *ГВЧ* подается сигнал подмагничивания. Генератор *ГВЧ* питает также стирающую головку *ГС*. Переключатель B_2 (*Трюк*) позволяет отключать стирающую головку для осуществления комбинированной записи путем наложения на ранее произведенную запись. При записи всех источников (кроме микрофона) качество звучания можно контролировать с помощью встроенного громкоговорителя *Гр*, подключаемого к выходу усилителя мощности *УМ*. Подобный контроль не дает представления о качестве фонограммы, он позволяет только судить о характере программы, поступающей на универсальную головку.

При записи с микрофона громкоговоритель *Гр* отключается переключателем B_3, а усилитель мощности нагружается на эквивалентную нагрузку $R_{экв}$. Слуховой контроль в этом случае можно вести через головные телефоны, подключаемые к линейному выходу магнитофона (*Выход 1*).

В режиме воспроизведения универсальную головку с помощью переключателя $B_{1а}$ подключают ко входу универсального усилителя, индикатор при этом отключается. Одновременно включаются цепи, определяющие частотную коррекцию усилителя при воспроизведении. С выхода универсального усилителя сигнал поступает на вход усилителя мощности и на гнезда *Линейный выход*. С этого выхода сигнал можно подать на вход другого магнитофона для перезаписи или на внешний усилитель низкой частоты (УНЧ). Напряжение сигнала на линейном выходе магнитофона составляет 250—500 мВ, сопротивление — в пределах 10—15 кОм. Усилитель мощности, нагруженный на громкоговоритель *Гр*, имеет регулятор громкости *РГ* и регуляторы тембра *РТ*. Выход *УМ* может иметь розетку для подключения внешней акустической системы (*Выход 2*).

Бытовой стереофонический магнитофон отличается от магнитофона монофонического в основном удвоенным количеством соответствующих усилителей, а также тем, что в нем головки заменены блоком головок. Для обоих каналов применяют общий генератор высокой частоты. Предварительные усилители имеют раздельные регуляторы уровня и соответственно два отдельных индикатора. Регуляторы громкости в каналах воспроизведения бывают раздельными и сдвоенными. При сдвоенных регуляторах усиления в УМ имеется регулятор стереобаланса, позволяющий путем взаимосвязанного изменения усиления в каналах устанавливать оптимальный стереоэффект в зоне прослушивания.

Выпускаются упрощенные стереофонические магнитофоны (иногда их называют «неполными стерео»), выполненные с одним УМ. Эти аппараты позволяют вести запись стереофонических программ. Для стереофонического воспроизведения требуется второй усилитель мощности, в качестве которого можно использовать отдельный УНЧ с акустической системой, а также низкочастотную часть радиоприемника, телевизора и электрофона. Стереофонические магнитофоны выполняют также в варианте магнитофонной приставки, имеющей два предварительных универсальных усилителя с линейными выходами. В таких магнитофонах отсутствуют усилители мощности, поэтому для громкоговорящего воспроизведения требуются отдельный стереофонический УНЧ и соответствующие акустические системы.

В бытовых магнитофонах применяют индикаторы уровня с диапазоном измерения 18 дБ, что соответствует изменению уровня в 6 раз. В ламповых бытовых магнитофонах используют индикаторы с электронно-световым указателем. Уровень записи в этих приборах определяется по затемнению сектора лампы. Номинальный уровень обычно соответствует сокращению ширины затемненного сектора индикатора до 1 мм при громком сигнале. При увеличении ширины сектора уровень записи будет небольшим, а при перекрытии его краев запись будет искаженной.

Назначение розетки	Для подключения микрофона		Для подключения звукоснимателя		Для подключения радиотрансляционной сети
	Моно	Стерео	Моно	Стерео	
Розетка (со стороны вставки)	2 4 5 1 3 Запись	2 4 5 1 3 Прав. Лев.	2 4 5 1 3 Запись	2 4 5 1 3 Лев. Прав.	2 4 5 1 3 Запись

Линейный выход		Для подключения радиоприемника и телевизора	
Моно	Стерео	Моно	Стерео
2 4 5 1 3 Воспр.	2 4 5 1 3 Лев. Прав. Воспр.	Запись 2 4 5 1 3	2 4 5 1 3 Прав. Лев. Запись

Рис. 3. Схемы распайки штепсельных соединений.

В транзисторных магнитофонах применяют простейшие миниатюрные стрелочные индикаторы, шкала которых, как правило, не имеет градуировки и содержит лишь отметку 100%-ного уровня. Уровень записи выбирается регулятором уровня так, чтобы при максимальном сигнале стрелка прибора не заходила дальше специальной отметки.

В настоящее время бытовые магнитофоны и другая бытовая радиоаппаратура выпускаются с унифицированными входными и выходными штепсельными соединителями (разъемами) и едиными схемами их распайки для всех магнитофонов (ГОСТ 12368-66). Исполь-

зование однотипных разъемов удобно при эксплуатации, особенно если приходится работать с несколькими приборами, например при перезаписи.

Применяют унифицированные соединители следующих типов: трехконтактные вилки СШ-3 и розетки СГ-3, а также пятиконтактные вилки СШ-5 и розетки СГ-5. В трехконтактной розетке отсутствуют 4-й и 5-й контакты, поэтому трехконтактные вилки могут соединяться с пятиконтактными розетками, а пятиконтактные вилки — с трехконтактными розетками. Схемы распайки штепсельных соединений показаны на рис. 3.

В магнитофонах I и II классов устанавливают отдельные розетки для подключения различных источников программ. В магнитофонах III и IV классов допускается совмещение в одной розетке микрофонного входа и входа звукоснимателя, а в другой — входов радиоприемника, телевизора и трансляционной линии. Эти магнитофоны комплектуются только двумя соединительными шнурами.

МАГНИТНАЯ ЛЕНТА

В настоящее время наиболее широко в любительской практике применяются ленты А4402-6, А4407-6Б, А4409-6Б, имеющие толщину 37 мкм. Освоено производство новых лент толщиной 27 мкм — А4307-6Б и А4309-6Б. Находят применение ленты прежних выпусков: А2601-6, А3601-6 (старое обозначение этих лент — тип 6) толщиной 55 мкм.

Обозначение для каждого типа магнитной ленты составляется из пяти индексов. Первый индекс (буквенный) обозначает назначение магнитной ленты, например *А* — для звукозаписи. Второй индекс (цифровой) указывает материал, из которого сделана основа магнитной ленты: *2* — диацетилцеллюлоза, *3* — триацетилцеллюлоза, *4* — полиэтилентерефталатная смола (лавсан). Третий индекс (цифровой) показывает толщину магнитной ленты: *2* — толщина 18 мкм, *3* — толщина 27 мкм, *4* — толщина 37 мкм, *6* — толщина 55 мкм. Четвертый (цифровой, от 01 до 99) обозначает порядковый номер технологической разработки магнитной ленты. Пятый (также цифровой) показывает ширину магнитной ленты, например *6* — ширина магнитной ленты 6,25 мм. После пятого индекса может быть поставлен буквенный индекс, обозначающий назначение ленты: *Р* — для радиовещания, *Б* — для бытовой аппаратуры магнитной записи.

Все современные ленты выпускаются на лавсановой основе. Отличаются они высокой механической прочностью, гибкостью и, что очень важно, плотнее прилегают к магнитным головкам. Чувствительность этих лент значительно выше, чем у старых лент, а нелинейные искажения и собственные шумы — ниже. Более высокие качественные показатели этих лент позволили с успехом применять их при более низкой скорости записи (воспроизведении).

Эти ленты не следует использовать в магнитофонах старых выпусков, в которых возникают большие динамические нагрузки (рывки ленты при пуске и останове, большие натяжения ленты), например в магнитофонах «Днепр», «Гинтарас», «Тембр».

Ленты прежнего выпуска на триацетатной и диацетатной основах используются в магнитофонах старых выпусков на скорости 19,05 см/с, только на этой скорости можно записать и воспроизвести достаточно широкую полосу частот.

Ток оптимального подмагничивания для магнитных лент каждого конкретного типа имеет большое значение. Он во многом определяет возможность получения высококачественной записи при работе с конкретным типом магнитофона. Если в инструкции к магнитофону рекомендован для эксплуатации определенный тип ленты, то эту рекомендацию следует соблюдать.

Следует добавить, что использование нерекомендованных лент может привести к быстрому выходу магнитофона из строя. Так, применение в магнитофонах типа «Маяк» ленты типа А2601-6, обладающей повышенной степенью абразивности, приводит к быстрому износу магнитных головок.

Таблица 2

Толщина ленты, мкм	Номер катушки	Длина ленты, м	Продолжительность звучания, мин, при скорости, см/с		
			4,76	9,53	19,05
55	10	100	2×30	2×15	2×8
	13	190	2×60	2×30	2×15
	15	240	2×80	2×40	2×20
	18	350	2×120	2×60	2×30
37	10	150	2×50	2×25	2×12
	13	250	2×90	2×45	2×20
	15	350	2×120	2×60	2×30
	18	520	2×180	2×90	2×45
27	10	200	2×60	2×30	2×15
	13	380	2×120	2×60	2×30
	15	480	2×160	2×80	2×40
	18	700	2×240	2×120	2×60

Для намотки магнитной ленты к бытовой аппаратуре выпускаются катушки различных типоразмеров: 10, 13, 15, 18 (номер указывает диаметр катушки в миллиметрах). В быту ленту толщиной 55 мкм называют нормальной, 37 мкм — полуторной (на катушке ее умещается в полтора раза больше), 27 мкм — двойной или долгоиграющей. Чем тоньше лента, тем больше ее укладывается в стандартной катушке и, следовательно, дольше время звучания. Это наглядно показано в табл. 2, в которой приведена продолжительность звучания двухдорожечной записи (стереофонической) на лентах различной толщины. При четырехдорожечной записи (монофонической) время удваивается.

ПЕРЕЗАПИСЬ МАГНИТНЫХ ФОНОГРАММ

Для перезаписи магнитных фонограмм используют два магнитофона, на одном из которых воспроизводят первичную фонограмму, на другом ведут запись копии. С целью обеспечения возможно луч-

шего качества записи оба магнитофона должны быть хорошо налажены и выверены. Все виды искажений, имеющиеся в первичной фонограмме, при перезаписи дополняются новыми искажениями. Поэтому не рекомендуется для перезаписи использовать магнитофоны со значительной детонацией, с изношенными магнитными головками, с большим уровнем фона и шумов и т. п.

Для получения высокого качества копий первичных фонограмм необходимо проверить соответствие основных параметров каждого магнитофона номинальным. Для проверки желательно иметь магнитные измерительные ленты типа ЛИЛ (лента измерительная лабораторная), содержащие специальные записи (ГОСТ 19786-74).

Измерительные ленты состоят из четырех частей. Часть У применяется для измерения параметров канала воспроизведения и уровня записи. Она содержит сигнал частотой 400 Гц с уровнем записи 256 нВб/м. Часть Ч служит для проверки частотной характеристики канала воспроизведения и содержит сигналы ряда частот со стандартным уровнем записи. При воспроизведении этой записи выходное напряжение у правильно настроенного магнитофона должно быть на всех частотах постоянно. Часть Д предназначена для измерения коэффициента детонации. Эта часть содержит сигнал частотой 3150 Гц. Часть Н применяется для контроля угла перекоса рабочих зазоров, магнитных головок. Она представляет собой двухдорожечную запись с различными углами сдвига между сигналами на обеих дорожках.

Измерительные ленты (однодорожечные, четырехдорожечные и стереофонические двухдорожечные) выпускают на все стандартные скорости.

Перед проверкой и перезаписью желательно размагнитить лентопротяжный механизм магнитофона. Намагниченность деталей лентопротяжного механизма (направляющих стоек, магнитных головок и др.) возникает при движении магнитной ленты и приводит к появлению дополнительных шумов и сужению динамического диапазона как при воспроизведении, так и при записи.

Для размагничивания используют специальный дроссель. Сняв предварительно защитный экран с головок, дроссель включают в сеть на расстоянии 1—1,5 м от магнитофона. Плавными круговыми движениями дроссель перемещают вдоль тракта движения ленты, не касаясь непосредственно металлических деталей. Размагничивание ведут 20—30 с, а затем дроссель плавно удаляют и выключают. Во время этой операции магнитную ленту следует убрать подальше от магнитофона.

Дроссель для размагничивания имеет следующие данные: сердечник с незамкнутыми пластинами Ш25 набирается толщиной 40 мм с четырьмя-пятью картонными прокладками толщиной 1 мм, обмотка имеет две секции по 1000 витков, намотанные проводом ПЭЛ-0,47 и соединенные последовательно (на 220 В) или параллельно (на 127 В).

Проверку магнитофона следует начать с измерения скорости движения ленты. Как указывалось выше, ГОСТ 12392-71 допускает отклонение скорости магнитной ленты от номинального значения для всех классов магнитофонов не более ±2%. При воспроизведении фонограммы такое отклонение скорости на слух незаметно. Однако при перезаписи может возникнуть случай, когда фонограмма, записанная с номинальной скоростью, воспроизводится и записывается на магнитофонах, у которых допустимые отклонения скорости имеют разные знаки. В этом случае суммарное отклонение может превысить

допустимое значение, поэтому при воспроизведении перезаписанной фонограммы будет наблюдаться заметное на слух изменение тональности звучания музыкального произведения.

К сожалению, простых методов борьбы с такими искажениями не существует, поэтому следует уделить внимание подбору магнитофонов с наименьшими отклонениями средней скорости ленты от номинального значения. По этой же причине желательно для перезаписи использовать магнитофон, на котором записывалась первичная фонограмма. Это позволит избежать дополнительного отклонения скорости магнитной ленты.

Существует несколько способов проверки средней скорости магнитной ленты. В любительских условиях скорость ленты можно с достаточной точностью проверить измерением времени прохождения отрезка ленты известной длины по головкам магнитофона. Длину отрезка ленты рекомендуется брать 19,05 м для скорости 19,05 см/с, 9,53 м — для скорости 9,53 см/с и 4,76 м — для скорости 4,76 см/с.

При этих длинах номинальное время прохождения отрезка ленты относительно выбранной точки магнитофона равно 100 с. Разность времен номинального и измеренного будет представлять отклонение скорости ленты испытуемого магнитофона от номинальной скорости, выраженное в процентах. Например, если секундомер при прохождении отрезка ленты покажет время, равное 101 с, то отклонение скорости будет составлять — 1%, а если измеренное время составит 99 с, то отклонение скорости будет +1%. Определение прохождения начала и конца измеренного отрезка ленты осуществляется визуально при помощи цветных ракордов или на слух при помощи вклейки в начале и в конце отрезка ленты длиной 3—10 см с записью звукового сигнала.

Длину ленты измеряют масштабной линейкой. Время прохождения измеренного отрезка ленты отсчитывают секундомером. Отклонение от номинальной скорости определяют на измеренном отрезке ленты, вклеенном в начале полной катушки, при верхнем пределе напряжения электропитания, а затем на отрезке ленты, вклеенном в конце полной катушки, при нижнем пределе напряжения электропитания. Допускается отклонение времени прохождения этого отрезка в пределах 100±2 с.

По нормам на бытовые магнитофоны допускается коэффициент детонации 0,1—0,5%. Однако цифры, приводимые в паспорте магнитофона, выпущенного в продажу, не всегда соответствуют реальным данным, так как при эксплуатации детали изнашиваются и детонация возрастает. Измерение коэффициента детонации можно осуществить лишь в специализированных мастерских с помощью детонометра и соответствующей измерительной ленты.

В домашних условиях наличие детонации можно определить на слух. Для этой цели с измерительной ленты типа Д прослушивают через громкоговоритель испытуемого магнитофона сигнал частотой 3150 Гц и на слух определяют наличие детонации. Конечно, для такой оценки требуется определенный навык. Необходимо также научиться отличать детонацию от других видов искажений. При прослушивании детонации слушателю не рекомендуется перемещаться по помещению или поворачивать голову, нельзя, чтобы и другие люди ходили и тем самым вызывали перемещение отраженных звуковых волн. Нельзя оценивать детонацию в слишком гулком помещении, так как в нем возникают стоячие волны, усиливающие впечатление детонации. С другой стороны, ошибочно прослушивать

запись чистого тона через головные телефоны, полностью исключая акустику помещения. При таком прослушивании трудно обнаружить детонацию даже при значительной паразитной частотной модуляции.

При отсутствии требуемой измерительной ленты сигнал частотой 3150 Гц можно самостоятельно записать, используя звуковой генератор. Эту запись желательно производить на отлаженном студийном магнитофоне, у которого коэффициент детонации по нормам значительно меньше, чем у бытовых магнитофонов (однодорожечная запись сигнала 3150 Гц по всей ширине 6,25 мм магнитной ленты может использоваться для проверки двух- и четырехдорожечных магнитофонов).

При известной тренировке можно не только определить наличие «плавания» звука, но и оценить коэффициент детонации на слух, порог слышимости которого составляет около 0,15%. Следует сказать, что в домашних условиях самым употребительным способом субъективной оценки детонации является прослушивание фонограммы с записью медленных аккордов фортепианной музыки. Магнитофон, успешно прошедший такое «испытание», не будет искажать любую другую программу. Есть еще одна причина, побуждающая для воспроизведения первичной фонограммы использовать магнитофон, на котором она записывалась. Дело в том, что в этом случае можно не опасаться дополнительных искажений, вызванных перекосом рабочих зазоров магнитных головок.

В соответствии с ГОСТ 12392-71 рабочие зазоры головок записи и воспроизведения магнитофона должны быть установлены с погрешностью не более ±5′ для двухдорожечной и ±8′ для четырехдорожечной записи. Если предположить, что фонограмма записана на магнитофоне, в котором рабочий зазор записывающей (универсальной) головки наклонен на угол 5′ в одну сторону, а воспроизводится она на магнитофоне, в котором рабочий зазор воспроизводящей (универсальной) головки наклонен на тот же угол, но в другую сторону, то высшие звуковые частоты при воспроизведении будут значительно ослаблены. На частоте 12 500 Гц это ослабление составит около 6 дБ. Поэтому, если при перезаписи фонограмма воспроизводится не на том магнитофоне, на котором она была записана, то следует проверить правильность установки рабочего зазора воспроизводящей (универсальной) головки. В любительских условиях это можно сделать только на слух при воспроизведении измерительной ленты части Н, включающей запись сигналов высокой частоты (10 000 Гц) или музыкальной фонограммы промышленного изготовления, содержащей большое количество высших звуковых частот. Для установки рабочего зазора эти записи поочередно воспроизводят на обоих магнитофонах, используемых для перезаписи. Регулировку положения рабочих зазоров головок можно рекомендовать только опытным радиолюбителям.

Первичную фонограмму желательно воспроизводить на магнитофоне I класса, имеющем высокие качественные параметры. Это позволит также использовать для перезаписи фонограммы, записанные на любой скорости, и устанавливать катушки с максимальным диаметром (катушка № 18).

При длительной работе на отдельные узлы и детали магнитофона оседает ферромагнитный порошок ленты (например, на магнитные головки, узел ведущего вала и т. д.), что ухудшает качество воспроизведения и записи. Поэтому перед перезаписью следует осторожно удалить порошок тампоном, смоченным в спирте, при этом

необходимо помнить, что прикосновение к магнитным головкам металлических намагниченных предметов недопустимо.

Для перезаписи желательно иметь первичную фонограмму или, в крайнем случае, первую или вторую копию. Получить записи удовлетворительного качества в последующих копиях практически невозможно, так как при каждой перезаписи в копию неизбежно вносятся искажения, ухудшающие качество звучания.

Как показали исследования, уровень шумов в первой копии, а также в каждой последующей будет возрастать примерно на 3 дБ в каждой копии. Так, например, если перезапись велась на магнитофонах II класса, имеющих относительный уровень помех в канале запись — воспроизведение — 45 дБ (при двухдорожечной записи). то в третьей копии первичной фонограммы отношение сигнал/шум будет равно 36—38 дБ. При многократном последовательном копировании возрастают нелинейные искажения, повышается коэффициент детонации и сокращается полоса частот, особенно в высокочастотной области.

Следует сказать, что многократное проигрывание фонограммы, предназначенной для перезаписи, может значительно ухудшить ее в результате износа магнитного слоя и вытягивания ленты, а также намагниченности ее внешними магнитными полями, создающими дополнительный шум, и других причин.

Магнитофон, предназначенный для записи, желательно проверить на качество стирания. Согласно норме относительный уровень стирания в магнитофонах всех классов должен быть не хуже —65 дБ. Уровень стирания соответствует норме, когда сигналы, записанные на ленте с максимальным уровнем записи, после стирания и воспроизведения с максимальной громкостью не будут прослушиваться в тихой комнате на расстоянии 1 м от магнитофона.

В заключение следует проверить показания индикатора уровня записи магнитофона. В инструкции по эксплуатации магнитофона обычно указывают показания индикатора, соответствующие максимально допустимому уровню записи. Однако при заводской регулировке калибровку индикатора делают с точностью ±2 дБ. Поэтому, прежде чем вести перезапись, надо проверить показания индикатора и в дальнейшем учитывать полученную поправку.

Проще всего это сделать, записывая несколько раз наиболее громкое место музыкальной грампластинки. Сначала пробную запись выполняют с уровнем, несколько меньшим максимально допустимого, затем равным ему и, наконец, несколько большим. Далее записи воспроизводят и определяют на слух, какая из них звучит наиболее верно и без заметных искажений. Если с первого раза сделать хорошую запись не удастся или разница в звучании отрывков мало заметна на слух, запись следует повторить, но при бо́льших отклонениях уровня записи от максимально допустимого. Показания индикатора уровня записи, соответствующие наиболее громкому неискаженному звучанию, следует запомнить и в дальнейшем всегда ориентироваться на них. Однако установленные показания индикатора справедливы только для ленты того типа, на которой производилась запись. Используя другие типы ленты, необходимо отдельно определить показания индикатора, соответствующие максимально допустимому уровню записи. Некоторые отечественные магнитофоны могут работать на лентах двух типов, для чего они имеют соответствующий переключатель.

При перезаписи магнитофоны следует располагать на небольшом расстоянии, удобном для управления. Коммутацию рекомендуется выполнять стандартным соединительным шнуром, входящим в комплект одного из магнитофонов, при этом линейный выход магнитофона, служащего для воспроизведения первичной фонограммы, соединяют со входом *Звукосниматель* магнитофона, используемого для записи. Использование линейного выхода позволяет получить запись с наименьшими нелинейными искажениями и относительно низким уровнем помех независимо от выходного напряжения усилителя мощности. При отсутствии стандартного соединительного шнура его можно изготовить из экранированного кабеля длиной не более 2 м, припаяв стандартные штепсельные вилки. Распайку соединительных вилок нужно выполнить согласно схеме соединений для подключения звукоснимателя.

Подготовка к перезаписи сводится к установке максимального уровня записи по индикатору уровня. Для этого на магнитофоне, предназначенном для воспроизведения, устанавливают часть У измерительной ленты на соответствующую скорость и с линейного выхода подают сигнал на вход второго магнитофона. С помощью регулятора уровня по индикатору устанавливают максимально допустимый уровень записи так, чтобы в электронно-световом индикаторе темный сектор имел ширину не более 1 мм, а в стрелочных приборах стрелка установилась на границе между цветными секторами. Если измерительная лента отсутствует, то следует предварительно прослушать фонограмму, которую предполагают перезаписать. В местах наиболее громкого звучания ручку регулятора уровня второго магнитофона следует установить в положение, соответствующее 100%-ному показанию индикатора.

В магнитофонах старого типа применяются универсальные усилители, в которых регулирование уровня записи и громкости воспроизведения осуществляется одним переменным резистором. От положения движка этого резистора зависят напряжение звукового сигнала на линейном выходе и качество записи. При малом напряжении на выходе может уменьшится динамический диапазон перезаписанной фонограммы, так как тихие звуки будут перекрыты шумами. При слишком большом напряжении увеличатся нелинейные искажения. Учитывая сказанное, ручку регулятора громкости в магнитофоне, работающем в режиме воспроизведения, следует устанавливать в среднее положение, которое соответствует примерно среднему положению регулятора записи, поскольку напряжение на линейном выходе и чувствительность со входа для подключения звукоснимателя отличаются незначительно. Более точно положение регуляторов подбирают по пробным перезаписям выбранной фонограммы.

При перезаписи вначале включают лентопротяжный механизм магнитофона, предназначенного для записи копии, а затем механизм магнитофона, на котором воспроизводится первичная фонограмма. Останов движения ленты по окончании перезаписи следует производить в обратном порядке. При этом надо помнить о том, что перед выключением лентопротяжного механизма магнитофона, работающего в режиме записи, ручку его регулятора уровня необходимо вывести в положение минимального усиления, иначе при воспроизведении полученной копии будут слышны щелчки и трески, возникающие при коммутации электрических цепей магнитофона. Если же потребуется остановить движение магнитной ленты во время перезаписи, то лентопротяжный механизм следует переключить в положение *Пауза*.

Стремясь сэкономить магнитную ленту, многие любители оставляют слишком мало времени на паузы между отдельными записями. Исследования психологов показали, что наши ощущения несколько запаздывают по отношению к причинам, вызывающим их, и поэтому мы не всегда можем сосредоточить внимание на начале музыкального произведения. Учитывая эту особенность слухового восприятия, между соседними записями всегда надо делать паузы длительностью не менее 5—7 с.

При перезаписи нескольких программ, записанных на одной катушке ленты, необходимо в начале каждого нового произведения контролировать показания индикаторов уровня записи. Как показывает практика, отдельные записи на магнитной ленте могут иметь разные уровни, поэтому если уровень установлен по первой записи, то копия последующих записей может получиться искаженной.

Коррекцию уровня записи следует делать осторожно, плавно регулируя его только в магнитофоне, работающем в режиме записи. Такая регулировка почти незаметна на слух. Если первичная фонограмма записана с правильной модуляцией, в добавочном регулировании нет необходимости. В общем случае в процессе перезаписи регулятор уровня трогать не следует.

Имеет смысл обратить внимание на следующее обстоятельство. Экономя время, некоторые любители перезаписывают фонограммы на скорости, вдвое больше номинальной. Однако качество копий, полученных таким способом, оказывается очень низким. Причина снижения качества заключается в том, что при воспроизведении на повышенной скорости все частоты удваиваются, например частота 10 кГц превращается в частоту 20 кГц, а частота 15 кГц — в частоту 30 кГц. Эти частоты лежат за пределами рабочего диапазона большинства магнитофонов и, естественно, не воспроизводятся и не записываются ими. В результате в копиях, записанных на повышенной скорости, высшие звуковые частоты оказываются заметно ослабленными. Способ перезаписи на повышенной скорости можно использовать только при перезаписи речевых фонограмм, если в них отсутствуют высшие звуковые частоты.

Перезапись стереофонических фонограмм. Бытовые стереофонические магнитофоны обеспечивают четырехдорожечную запись. Запись (воспроизведение) в четырехдорожечных магнитофонах производится последовательно на 1, 4, 3 и 2-ю дорожки в монофоническом режиме и на 1, 3, 4 и 2-ю дорожки в стереофоническом.

Согласно требованию ГОСТ 12392-71 в стереофонических магнитофонах относительный уровень проникания сигнала из одного стереоканала в другой при записи — воспроизведении на средних частотах должен быть не хуже —35 дБ. Перезапись стереофонической фонограммы проводят так же, как и перезапись монофонической. Контроль уровня записи ведут по двум индикаторам. Стереофонический магнитофон с раздельными усилителями записи и воспроизведения позволяет вести перезапись монофонической фонограммы с одной дорожки на другую. При этом можно одновременно подмешивать на вход канала записи сигналы от других входных источников, осуществляя комбинированную запись. Такой способ можно использовать при подготовке звукового сопровождения любительского кинофильма. Контроль перезаписываемой фонограммы можно вести с помощью головных телефонов или громкоговорителя магнитофона.

Стереофоническую фонограмму можно перезаписать на монофонический магнитофон. Линейный выход стереомагнитофона соединя-

ют со входом *Звукосниматель* монофонического магнитофона. Для этого используют соединительный шнур с вилкой, в которой штырьки *3* и *5* соединены между собой (рис. 3). Следует учесть, что при такой перезаписи возникают частотные искажения, которые могут быть заметны на слух.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОПРОИГРЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Перезапись грампластинки на магнитофон давно используется любителями и является одним из основных способов пополнения домашних фонотек. Несмотря на относительную простоту такой перезаписи, далеко не всегда удается получить высококачественную запись, отвечающую возможностям современной аппаратуры. Поэтому, прежде чем перейти к технологии перезаписи, кратко рассмотрим основные особенности современной техники воспроизведения грамзаписи.

Всякое электропроигрывающее устройство (ЭПУ) состоит из движущего механизма с изменяемой редукцией (для вращения грампластинки с различными частотами), диска для установки грампластинки и звукоснимателя. Кроме перечисленных узлов ЭПУ имеет ряд вспомогательных механизмов, например автостоп, микролифт (механизм для плавного спуска и подъема звукоснимателя) и др. Электропроигрывающее устройство может также включать в себя предварительный усилитель и корректирующее устройство. Все механизмы и узлы монтируют на общей панели. Электропроигрывающее устройство, оформленное в виде отдельной переносной конструкции и приспособленное для подключения к тракту звукоусиления, принято называть электропроигрывателем. Сочетание электропроигрывателя, усилителя и акустических систем называют электрофоном. В радиолы ЭПУ входит составной частью.

Отечественная промышленность выпускает ЭПУ четырех классов, отличающиеся качественными показателями и наличием тех или иных эксплуатационных удобств. Согласно ГОСТ 18631-73 электропроигрывающие устройства высшего и I классов выпускают только стереофонические, II класса — в стереофоническом и монофоническом вариантах, а ЭПУ III класса — только монофонические.

Условное обозначение ЭПУ состоит из обозначения класса (высший I, II, III), букв ЭПУ, порядкового номера разработки и буквы С (для стереофонических ЭПУ). Например, обозначение II-ЭПУ-50 означает ЭПУ II класса, монофоническое, 50-й разработки, а I-ЭПУ-73С — ЭПУ I класса, стереофоническое, 73-й разработки. ЭПУ высшего, I и II классов выпускают с питанием от сети переменного тока, а ЭПУ III класса — с питанием от сети переменного тока или автономных источников постоянного тока.

Качество воспроизведения определяют следующие основные параметры ЭПУ: отклонения номинального значения частоты вращения диска, коэффициент детонации, уровень рокота (уровень помех от вибраций). Помимо этих показателей, зависящих главным образом от конструкции движущего механизма и точности его изготовления, очень важны также электрические параметры, например частотный диапазон воспроизведения и неравномерность частотной характеристики, определяемые звукоснимателем, установленным в ЭПУ.

Для воспроизведения звука в правильной тональности диск проигрывателя должен вращаться с частотой, близкой к номинальной. Помимо обеспечения номинальной частоты вращения диска тре-

буется еще, чтобы периодические отклонения частоты вращения были незначительными. Эти отклонения вызывают изменения высоты тона воспроизводимого сигнала, называемые детонацией.

Причиной детонации является недостаточная точность изготовления деталей движущего механизма ЭПУ, а также нарушение правил его эксплуатации.

Допустимый коэффициент детонации и допустимое отклонение от номинального значения частоты вращения для разных классов ЭПУ обусловливаются нормами. При работе движущего механизма вибрации двигателя или других его деталей через ряд звеньев конструкции ЭПУ передаются игле звукоснимателя. Эти вибрации прослушиваются через громкоговоритель как низкочастотная помеха, напоминающая рокот.

Основные качественные параметры ЭПУ приведены в табл. 3. В зависимости от класса в ЭПУ предусмотрены различные эксплуатационные удобства, перечисленные в табл. 4.

Таблица 3

Параметры	Классы			
	Высший	I	II	III
Номинальный диапазон воспроизводимых частот, Гц	20—20 000	31,5—16 000	50—12 500	50—10 000
Неравномерность частотной характеристики, дБ, не более:				
в диапазоне 63—8000 Гц	4	6	10	12
в диапазоне ниже 63 Гц и выше 8000 Гц	8	10	10	12
Допускаемые отклонения от номинального значения частоты вращения, %	±0,55	±1,2	±1,8	±2,1
Коэффициент детонации, %	0,1	0,1	0,15	0,25
Относительный уровень рокота, дБ, не хуже:				
без взвешивающего фильтра	—	—	—31	—28
со взвешивающим фильтром	—60	—46	—	—

Звукосниматель содержит головку и тонарм. Головка звукоснимателя представляет собой электромеханический преобразователь механических колебаний иглы в электрические сигналы. По типу преобразователя головки звукосниматели разделяют на пьезоэлектрические и магнитные.

Принцип действия пьезоэлектрического звукоснимателя основан на использовании пьезоэффекта (возникновении электрических заря-

дов на гранях некоторых кристаллов при их деформации). Выходное напряжение пьезоэлемента пропорционально смещению иглы, поэтому частотная характеристика пьезоэлектрических звукоснимателей имеет спад от низких частот к высоким.

Таблица 4

Устройства ЭПУ	Классы			
	Высший	I	II	III
Подстройка частоты вращения 33 об/мин со встроенной визуальной индикацией	О[1]	О	Н[2]	Н
Автостоп	О	О	О	О
Микролифт	О	О	О	О
Механизм возврата звукоснимателя в исходное положение	Н	О	Н	Н
Компенсатор скатывающей силы	О	О	Н	Н
Статическая балансировка звукоснимателя относительно вертикальной оси	О	О	О	Н
Регулировка приведенной массы звукоснимателя	О	О	Н	Н

[1]О—обязательно.
[2]Н—необязательно.

В магнитных преобразователях используют принцип получения э. д. с. в катушке при изменении магнитного потока, пронизывающего ее. Изменение магнитного потока происходит под влиянием колебаний иглы звукоснимателя. Так как э. д. с., возникающая в катушке, пропорциональна колебательной скорости записи, частотная характеристика имеет вид горизонтальной прямой.

Основные достоинства пьезоэлектрических головок — высокая чувствительность и близость частотной характеристики к номинальной частотной характеристике воспроизведения. К недостаткам этих головок следует отнести большой разброс параметров однотипных головок, сравнительно узкий диапазон воспроизводимых частот, большую неравномерность частотной характеристики и более низкую гибкость преобразующего элемента.

Преимуществами магнитных головок являются широкая полоса воспроизводимых частот, малые нелинейные искажения, высокая гибкость подвижной системы головки по сравнению с пьезоэлектрическими звукоснимателями, что определяет преимущественное использование этих головок для высококачественного воспроизведения стереозаписи. Однако из-за малой чувствительности магнитной головки

возникает необходимость применять предварительный усилитель, а для придания необходимой формы частотной характеристики канала воспроизведения в предварительном усилителе используют корректирующие цепочки. По указанным причинам пьезоэлектрические звукосниматели применяют в ЭПУ II и III классов, а магнитные — в аппаратах высшего и I классов.

Выпускаемые промышленностью головки звукоснимателей имеют условные обозначения из букв и цифр, определяющие ее тип и конструкцию. Например, обозначение наиболее распространенной пьезоэлектрической головки ГЗКУ-631 расшифровывается как головка звукоснимателя керамическая универсальная, а ГЗМ-003 — головка звукоснимателя магнитная. Цифры указывают номер и тип разработки.

Тонарм является основным несущим узлом звукоснимателя. На нем закрепляется головка звукоснимателя, он определяет правильное положение головки относительно канавки и обеспечивает ее перемещение по пластинке. От конструкции тонарма зависит частотная характеристика канала воспроизведения, особенно на низких частотах. При этом сам тонарм должен свободно, с минимальным трением перемещаться над пластинкой и не вносить изменений в колебания иглы, обусловленных модуляцией канавки, его массу делают достаточно большой по сравнению с массой подвижной системы головки звукоснимателя, и в то же время она не должна быть чрезмерной, чтобы не вносить дополнительной нагрузки на канавку при вертикальных колебаниях тонарма.

При проигрывании пластинки игла звукоснимателя должна быть расположена симметрично канавке и сохранять контакт с двумя ее стенками, поэтому тонарм должен быть сбалансирован в поперечном направлении, т. е. нагрузка на каждый горизонтальный подшипник должна быть одинаковой. Особенно это важно при воспроизведении стереозаписи.

Проигрывание пластинки во избежание ее порчи ведется при сравнительно малых значениях прижимной силы. По этой причине тонарм должен быть сбалансирован относительно горизонтальной оси, позволяющей ему двигаться вверх и вниз. Необходимая прижимная сила достигается либо применением специальной пружины, прижимающей звукосниматель к пластинке (такое устройство используется в ЭПУ II и III классов (рис. 4, *а*)), либо с помощью противовеса, применяемого в ЭПУ высшего и первого классов (рис. 4, *б*).

Кроме поперечного и горизонтального балансов в тонармах для высококачественного воспроизведения предусматривается компенсация скатывающей силы, которая повышает давление на внутреннюю стенку канавки и ослабляет его в той же мере на внешнюю стенку. В результате нарушается баланс воспроизводимых сигналов правого и левого каналов стереозаписи, появляются искажения звука и усиливается износ внутренней стенки канавки и соответствующей стороны воспроизводящей иглы. Скатывающая сила создает момент вращения тонарма, который стремится повернуть тонарм к центру пластинки. Компенсация этого момента выполняется добавлением к тонарму равного по величине и противоположно направленного момента. Так, в тонарме ЭПУ типа 0-ЭПУ-1С для этого использован груз, подвешенный на нити, связанной с опорой тонарма (рис. 4, *б*).

При записи резец рекордера перемещается по радиусу записываемого диска, а игла звукоснимателя при проигрывании пластинки перемещается по дуге, в связи с чем между направлением колеба-

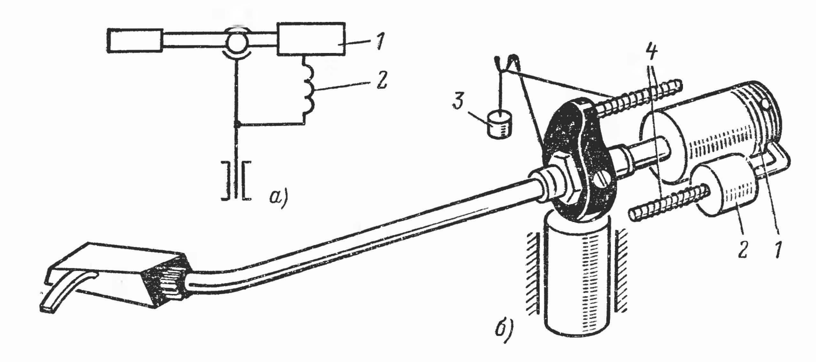


Рис. 4. Конструкция тонарма.

а — тонарм звукоснимателя среднего качества (*1* — противовес; *2* — отжимная пружина); *б* — тонарм высококачественного звукоснимателя (*1* — противовес; *2* — балансир; *3* — компенсатор скатывающей силы; *4* — шкала).

ний иглы и радиусом, вдоль которого колеблется резец, образуется некоторый угол, называемый углом погрешности. Такое несоответствие в направлениях колебаний резца и иглы вносит изменения в воспроизводимый сигнал — возникают так называемые угловые искажения. Для снижения этих искажений тонарм имеет соответствующий изгиб на угол коррекции, кроме того, тонарм устанавливают на плате так, чтобы игла заходила за шпиндель диска.

Независимо от типа и конструкции все звукосниматели характеризуются определенными параметрами. Чувствительность звукоснимателя — это напряжение, измеренное на номинальной нагрузке при воспроизведении сигнала с частотой 1000 Гц и отнесенное к единице колебательной скорости.

Для пьезоэлектрического звукоснимателя номинальная нагрузка равна 1 МОм, для электромагнитного — 47 кОм. Чувствительность пьезоэлектрических звукоснимателей составляет 70—140 мВ/(см/с). Магнитные звукосниматели обладают значительно меньшей чувствительностью — 0,5—2 мВ/(см/с).

Прижимная сила звукоснимателя — это статическая сила, действующая через иглу на канавку. У магнитных звукоснимателей прижимная сила колеблется в пределах 15—30 мН (1,5—3 г), у пьезоэлектрических — 60—70 мН (6—7 г). Превышение прижимной силы, установленной для данной головки, приводит к ускоренному износу пластинки, при ее уменьшении ухудшаются условия огибания канавки иглой звукоснимателя, особенно при больших амплитудах записи.

Под гибкостью головки звукоснимателя подразумевают способность ее подвижной системы перемещаться под воздействием силы, приложенной к острию иглы. Гибкость определяется отношением перемещения острия иглы к силе, вызывающей это перемещение. Единицей измерения гибкости является метр на ньютон (м/Н). Чем больше гибкость, тем меньшее усилие требуется от модулированной канавки, чтобы отклонять иглу.

Гибкость подвижной системы головки — основной фактор, определяющий наименьшее допустимое значение прижимной силы. Гибкость подвижной системы типовых пьезоэлектрических головок зву-

коснимателей составляет (1—2)10^{-3} м/Н, а современных магнитных головок (10—20) 10^{-3} м/Н. Подвижная система стереофонической головки в отличие от монофонической должна иметь необходимую гибкость как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении.

Гибкость пьезоэлектрических головок III класса примерно в 15 раз меньше гибкости магнитных головок высшего класса. Следует отметить, что в пьезоэлектрических головках невозможно добиться высокой гибкости. Это объясняется тем, что иглодержатель в таких головках жестко связан с твердым пьезоэлементом, деформация которого необходима для получения электрического сигнала. Именно это обстоятельство определяет использование магнитных звукоснимателей в высококачественной аппаратуре.

Помимо указанных параметров стереофонические звукосниматели должны удовлетворять специфическим требованиям. Для неискаженного стереофонического воспроизведения необходимы одинаковые усиление и совпадение частотных характеристик в обоих каналах. Рассогласование каналов звукоснимателя по ходу частотных характеристик и по чувствительности не должно превышать 2 дБ для ЭПУ высшего и I классов и 3 дБ — для II класса.

Звукосниматель должен раздельно воспроизводить информацию обоих стереофонических каналов. Однако вследствие невозможности создать идеальный разделяющий механизм всегда в той или иной степени происходит паразитное проникание сигнала одного канала в другой. Это взаимное проникание оценивается параметром, который называют разделением каналов. Разделение каналов — важный фактор, определяющий стереоэффект при воспроизведении (обычно меняется с частотой).

На средних частотах (в области 1000 Гц) разделение между стереоканалами в ЭПУ высшего и I классов должно быть не менее 20 дБ, а в ЭПУ II класса — не менее 15 дБ.

Важной деталью головки звукоснимателя является игла, непосредственно соприкасающаяся с поверхностью стенок канавок. Колебания иглы передаются подвижной системе звукоснимателя. При воспроизведении записи игла должна опираться на стенки канавки, не касаясь ее дна. При следовании по стереофонической канавке игла отклоняется не только в горизонтальном направлении, но и вертикальном, поэтому радиус иглы стереофонического звукоснимателя должен быть меньше монофонического. При этом должна быть снижена и допустимая нагрузка на иглу, так как вследствие уменьшения площади соприкосновения сферического острия иглы со стенками канавки давление ее на канавку возрастает, что приводит к повышенному износу пластинки.

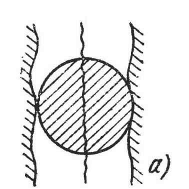
В звукоснимателях старых выпусков для воспроизведения стереозаписи применялись иглы с радиусом 12—15 мкм, для воспроизведения монофонической записи —20—25 мкм. Воспроизведение записи с широкой монофонической канавкой (пластинка на 78 об/мин) производится иглой с радиусом 55—70 мкм. В настоящее время для унификации звукоснимателей согласно ГОСТ 7765-70 для воспроизведения стереофонической и монофонической записей применяют корундовые [1] и алмазные иглы с радиусом закругления 14—19 мкм.

---

[1] Корунд — искусственный камень из окиси алюминия, по прочности уступает лишь алмазу.

Электропроигрывающие устройства I и высшего классов звукосниматели комплектуются алмазными иглами, а ЭПУ II и III классов — иглами из корунда. Алмазные иглы имеют долговечность (стойкость к стиранию конца иглы) примерно в 10 раз более высокую, чем иглы из корунда (1000—1500 ч по сравнению с 150—200 ч для иглы из корунда).

В современных моделях высококачественных ЭПУ применяют эллиптические иглы из алмаза. Форма эллиптической иглы ближе к форме резца рекордера (рис. 5), что улучшает условия вопроизведения на высоких частотах и уменьшает нелинейные искажения. Эллиптические иглы применяют в звукоснимателях, работающих с прижимной силой не более 15 мН (1,5 г).



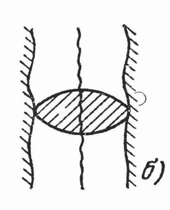


Рис. 5. Расположение в канавке грампластинки конца иглы со сферическим (*а*) и эллиптическим (*б*) острием.

Изготовление эллиптических игл связано с большими трудностями, что повышает их стоимость, кроме того, они менее долговечны (срок службы алмазной эллиптической иглы составляет примерно 500 ч) [4].

ГРАМПЛАСТИНКА

В настоящее время согласно ГОСТ 5289-73 промышленностью выпускаются монофонические (одноканальные) и стереофонические (двухканальные) грампластинки с частотой вращения $33^1/_3$ и 45 об/мин [1].

Таблица 5

Тип пластинки	Диаметр пластинки, мм	Звучание двух сторон пластинки, мин	Расход магнитной ленты, м, при записи на скорости, см/с	
			9,53	19,05
Монофоническая и стереофоническая	175 250 300	14 38 52	80 216 296	160 432 592

В табл. 5 приведены типы и размеры грампластинок и указаны максимальное время звучания записи двух сторон пластинки при частоте вращения 33 $^1/_3$ об/мин и расход магнитной ленты при перезаписи двух сторон при различных скоростях движения ленты.

[1] Грампластинки с частотой вращения 45 об/мин в основном выпускают для музыкальных автоматов. Выпуск грампластинок с частотой вращения 78 об/мин прекращен с 1970 г.

Обычно время звучания грампластинки с записью концертной программы меньше указанного (максимально возможного).

Качественные показатели грампластинок определяются ГОСТ 7893-79: полоса частот записи 20—20 000 Гц; отклонение частотной характеристики от заданной ±1,5 дБ (в полосе частот 50—12 500 Гц), по краям характеристики допускаются несколько большие отклонения; коэффициент нелинейных искажений — не более 1,5%; коэффициент детонации — не более ±0,04%. При современном состоянии техники механической записи динамический диапазон звуковой программы, которую можно записать на грампластинку, достаточно велик (50—55 дБ). Однако учитывая, что при воспроизведении минимальный уровень полезного сигнала должен перекрывать уровень собственных шумов пластинки на 10—15 дБ, реальный динамический диапазон грамзаписи определяется в 35—40 дБ.

Современные грампластинки изготавливают на основе винилитовых смол, обладающих малым уровнем собственных шумов. Для пластинок всех форматов относительный уровень шума не должен быть хуже 53 дБ. Грампластинка при нормальных условиях воспроизведения (игла со стандартным радиусом закругления, нормированное давление иглы на пластинку, коробление пластинки не более 2 мм и т. д.) выдерживает без заметного ухудшения качества не менее 100 проигрываний. Однако в реальных условиях вследствие небрежного обращения появляются царапины, точечные повреждения от установки звукоснимателя на середину вращающейся пластинки, поэтому износ пластинки наступает значительно раньше.

Шеллачные пластинки с частотой вращения 78 об/мин и гибкие пластинки в силу невысоких качественных показателей для перезаписи использовать не рекомендуется.

Иногда при воспроизведении с пластинки прослушивается детонация (плавание звука). При условии исправности ЭПУ детонация может быть вызвана эксцентриситетом центрового отверстия. Допустимый эксцентриситет не должен превышать 0,2 мм. При таком смещении центра вращения пластинки относительно центра записи периодическое изменение тональности за каждый оборот проигрывания на слух практически не ощущается.

Следует обратить внимание на коробление пластинки (т. е. отклонение от плоской формы), которое не должно превышать 2,0 мм для пластинок диаметром 300 мм и 1,5 мм — для пластинок диаметром 250 и 175 мм. Повышенное коробление также приводит к появлению детонации и ускоренному износу. Повышенное коробление особенно недопустимо для стереофонических пластинок.

Воспроизведение с пластинок связано с проблемой совместимости, под которой понимают возможность проигрывания стереофонических пластинок монофоническим звукоснимателем без искажений. Эта проблема связана с тем, что монофонические звукосниматели обладают недостаточной гибкостью в вертикальном направлении. Для достижения совместимости максимальное значение вертикальных составляющих стереофонического сигнала устанавливают в 2 раза меньшим, чем горизонтальных.

Основным «врагом» пластинки является пыль. Достаточно сказать, что амплитуда записи на высоких частотах равна десятым долям микрона, т. е. меньше размера пылинок, находящихся в воздухе. Пылинки, осевшие в канавку, дают потрескивания и щелчки, которые порой оказываются громче записанного сигнала. Поэтому перед каждым проигрыванием и после него пластинка должна

быть тщательно протерта мягким материалом, не оставляющим ворса. Такая протирка необходима также для удаления продуктов выработки (крошек и стружки), неизбежно появляющихся при каждом проигрывании. Потрескивания, возникающие иногда при проигрывании новых, совершенно чистых пластинок, объясняются недостаточно точно выдержанной технологией производства. Так, при неравномерном растекании пластмассы в пресс-формах на поверхности пластинки образуются микроскопические пузырьки воздуха, создающие при проигрывании этот неприятный эффект.

Пластмассы в большинстве случаев являются диэлектриками, т. е. имеют большое поверхностное электрическое сопротивление (10^{14}—10^{18} Ом) и поэтому обладают способностью накапливать электрические заряды. Они возникают, как правило, от трения при проигрывании или протирания сухой тканью. Электризуемость пластинок является одним из факторов, ухудшающих качество звучания. Электростатические заряды, кроме того, притягивают пыль, которая забивает канавки.

Наиболее простым средством снижения заряда является обработка пластинки перед проигрыванием антистатической жидкостью, например «Ланой», которая имеется в продаже. Кроме снятия статического заряда при такой обработке удаляется также пыль с поверхности пластинки.

При установке пластинки на диск проигрывателя не следует касаться пальцами звуковых канавок. Пластинку следует брать с двух краев, придерживая пальцем снизу в центре. Не рекомендуется пускать в ход и останавливать диск проигрывателя при опущенном на пластинку звукоснимателе.

Условия хранения пластинок во многом определяют срок их службы. Пластинки рекомендуется хранить в конвертах в вертикальном положении на полках, разбитых на секции. В каждой секции желательно устанавливать не более 20 пластинок одинакового формата. Можно хранить пластинки также в горизонтальном положении, при этом в каждую горизонтальную секцию полки или шкафа следует укладывать не более 10 пластинок одного формата [4].

ПЕРЕЗАПИСЬ ГРАМПЛАСТИНКИ

Для получения качественной записи следует предварительно проверить ЭПУ. Во время проверки определяют соответствие частоты вращения диска ЭПУ его номинальной частоте, а также оценивают неравномерность вращения диска (детонацию) и уровень рокота (помех от вибраций движущего механизма).

Для контроля частоты вращения диска в ЭПУ высшего и I классов предусмотрено специальное стробоскопическое устройство, позволяющее вести не только контроль, но и подстройку частоты вращения.

Отклонение частоты вращения диска ЭПУ Δn, %, от номинального значения для ЭПУ, не имеющих подстройки частоты вращения, определяют по формуле

$$\Delta n = \frac{n - n_{\text{ном}}}{n_{\text{ном}}},$$

где $n_{\text{ном}}$ — номинальное значение частоты вращения диска ЭПУ, об/мин; n — измеренная частота вращения диска ЭПУ.

Наиболее простой способ измерения частоты вращения диска заключается в отсчете числа оборотов диска по часам с секундной стрелкой. Например, при частоте вращения $33^{1}/_{3}$ об/мин диск за 3 мин должен совершить 100 оборотов.

Частоту вращения диска можно проверить также с необходимой для практики точностью с помощью стробоскопического круга. Для проверки частоты вращения диска $33^{1}/_{3}$ об/мин следует нарисовать на бумаге кольцо диаметром 180—200 мм, содержащее 180 радиальных полос. Изготовление такого кольца сводится к точной разметке промежутков между полосами, при этом черные полосы рекомендуется делать у́же, чем светлые промежутки. Стробоскопический круг наклеивают на картон, затем точно в центре круга делают отверстие диаметром 7,24 мм. Проверку частоты вращения рекомендуется проводить во время проигрывания пластинки, так как небольшие изменения в нагрузке могут отразиться на частоте вращения диска. Следует принять меры для предотвращения проскальзывания круга относительно пластинки. Во время проверки кольцо освещают неоновой лампой или лампой дневного света.

При частоте вращения диска точно $33^{1}/_{3}$ об/мин и питании лампы от сети переменного тока частотой 50 Гц полоски круга должны казаться неподвижными. Медленное смещение полосок по часовой стрелке означает, что частота вращения диска больше номинальной; если наблюдается вращение полосок против часовой стрелки, значит диск вращается медленнее. В том и другом случае при проигрывании пластинки тональность воспроизводимого произведения будет изменена.

Определить степень отклонения частоты вращения от номинальной в пределах, допускаемых стандартом, можно с помощью стробоскопического круга, имеющего три кольца с числом полосок 177, 180 и 184. Неподвижность внешнего кольца из 184 полосок показывает, что частота вращения диска на 1,6% меньше номинальной (32,6 об/мин), при неподвижных полосках внутреннего круга частота вращения диска будет на 1,7% больше номинальной (33,9 об/мин). Допускаемые отклонения частоты вращения от номинального значения для ЭПУ II класса ±1,8%.

Неравномерность частоты вращения грампластинки, как указывалось выше, вызывает детонацию. При медленных изменениях частоты вращения относительно среднего значения, когда частота этих изменений находится в пределах 0,2—10 Гц, детонация ощущается как «плавание» звука. Если частота изменений лежит в пределах 10—30 Гц, то детонация воспринимается как «дробление» звука. При более высоких частотах детонации звук становится «хриплым».

Недостаточная точность изготовления самого диска вызывает появление детонации с наиболее низкой частотой. Причиной детонации с высокой частотой является двигатель, а промежуточные частоты детонации обусловлены прочими вращающимися деталями движущего механизма.

Наличие детонации можно определить с помощью измерительной пластинки, содержащей запись синусоидального сигнала с частотой 3150 Гц (например, пластинки ИЗМ 33Д 0101/0102, выпущенной в помощь любителям грамзаписи). При отсутствии такой пластинки определить наличие детонации можно, прослушивая запись медленных аккордов рояля в среднем регистре. Искажения, воспринимаемые как «плавание» звука, на высококачественных аппаратах не должны прослушиваться.

Наибольший коэффициент детонации имеют ЭПУ II и III классов, в которых передача вращения от двигателя к диску осуществляется с помощью фрикционных роликов. Увеличение детонации в ЭПУ может произойти вследствие попадания масла или грязи на поверхность промежуточного ролика или многоступенчатой насадки вала электродвигателя; неправильного положения промежуточного ролика по высоте, при котором он касается следующей ступени насадки; тугого вращения промежуточного ролика из-за отсутствия смазки или заклинивания шайбами; слишком слабой или упругой пружины, прижимающей промежуточный ролик; задевания пластинки или диска о неподвижные детали ЭПУ.

Для уменьшения возможности появления указанных причин в процессе эксплуатации проигрывателя рекомендуется своевременно протирать промежуточный ролик, внутренний обод диска и насадку электродвигателя тампоном, смоченным спиртом. Один раз в три месяца следует смазать движущий механизм и подшипники электродвигателя. Для смазки можно применять чистое машинное масло и технический вазелин, при этом необходимо следить, чтобы смазка не попала на резиновые детали и обод диска проигрывателя.

Помехи от вибрации существенно снижают качество воспроизведения с пластинки. Вибрация от работающего двигателя передается с одной стороны через тонарм звукоснимателя на его иглу, а с другой — через плату на диск и пластинку. Помехи от вибрации имеют спектр в области 30—500 Гц с наиболее выраженными составляющими на частотах 50—100 Гц. Определить вибрациию можно при прослушивании немых канавок, а также измерительной записи с частотами 50 и 100 Гц. Специфические призвуки при воспроизведении этих частот укажут на повышенную вибрацию деталей ЭПУ.

Расширение диапазона частот современных звукоснимателей в сторону низких частот способствует восприятию на слух помех от вибрации. Уровень помех от вибраций (уровень рокота) зависит в основном от конструкции механизма ЭПУ, и устранить их в любительских условиях без существенной переделки движущего механизма и изменения подвески платы ЭПУ довольно трудно.

Перезапись монофонической грампластинки рекомендуется начать с подготовки аппаратуры. Электропроигрыватель подсоединяют к магнитофону, затем оба аппарата включают в сеть и прослушивают фон, установив максимальный уровень усиления магнитофона. Изменяя положение вилок сетевых шнуров магнитофона и электропроигрывателя в розетках сети, следует попытаться получить минимальный уровень фона. При наличии такого положения рекомендуется сделать отметки на вилках и розетках на случай повторного включения. Следует иметь в виду, что в исправных ЭПУ уровень фона значительно ниже уровня помех от вибрации. Затем проводят пробные перезаписи пластинок, выполняя указанные выше операции. Во время прослушивания записей по наименьшим искажениям при наибольшей громкости выбирают оптимальное положение ручки регулятора уровня магнитофона, которое следует заметить. В дальнейшем ручку регулятора уровня можно устанавливать в это положение без контрольных перезаписей.

При перезаписи пластинки существенное значение имеет порядок включения и выключения магнитофона в начале и конце записи фонограммы. Лентопротяжный механизм магнитофона включают до опускания головки звукоснимателя на пластинку. Для того чтобы в начале записи на магнитной ленте не прослушивались

шумы немых канавок пластинки, регулятор уровня магнитофона вводят после опускания головки звукоснимателя перед появлением полезного сигнала. Так как обычно это время занимает 4—5 с, то для выполнения этого условия требуется определенный навык, который приобретается после недолгой практики.

В конце записи, после прекращения полезного сигнала с пластинки, регулятор уровня магнитофона следует резко вывести до конца и лишь потом выключить лентопротяжный механизм магнитофона и поднять головку звукоснимателя.

Если магнитофон и электропроигрыватель размещены в удалении друг от друга, то рядом с магнитофоном можно расположить дистанционное включение питания электродвигателя ЭПУ. При выключенном питании ЭПУ звукосниматель устанавливают на начало немых канавок пластинки и включают рычаг *Пуск*, затем после включения магнитофона включают питание ЭПУ. Время установления номинальной частоты вращения диска проигрывателя под нагрузкой звукоснимателя обычно не превышает 1—2 с.

При перезаписи пластинки следует соблюдать меры предосторожности. Хождение по комнате, хлопанье дверями и другие посторонние стуки могут привести к выскакиванию иглы из звуковой канавки. Особенно чувствителен к внешним сотрясениям звукосниматель, работающий при малой прижимной силе — 5—20 мН.

Одним из основных условий качественной перезаписи пластинки является своевременная смена изношенной иглы звукоснимателя. Изношенная игла не только искажает воспроизведенные сигналы, но и портит пластинку. Искажения появляются в результате изменения формы закругления острия иглы. Такая игла теряет способность огибать канавку на высоких частотах, а появившиеся на игле грани портят стенки канавки, особенно в местах с большой модуляцией.

С возрастанием износа иглы наступает момент, когда она начинает касаться дна канавки, при этом уровень помех при воспроизведении заметно увеличивается. Для определения степени износа иглы можно рекомендовать контролировать ее две рабочие стороны с помощью лупы или под микроскопом с увеличением в 100—200 раз. При появлении на сторонах иглы площадок размером более 20×20 мкм иглу следует считать изношенной.

Обычно срок службы иглы определяется общим временем ее работы. Установлено, что для высококачественного воспроизведения корундовую иглу необходимо менять через 50—60 ч эксплуатации, что соответствует проигрыванию 70—90 пластинок диаметром 300 мм. Предельная норма составляет 120 ч. Алмазную иглу надо менять через 500 ч, а ее предельная норма равна 1000 ч.

В пьезоэлектрических звукоснимателях обычно применяют универсальную головку с двумя иглами разного радиуса закругления. В стереофонических звукоснимателях для проигрывания стереофонических и монофонических пластинок с частотой вращения 33⅓ об/мин иглодержатель устанавливают в положение, обозначенное ∞, а для проигрывания пластинок с частотой вращения 78 об/мин— в положение, обозначенное числом 78. В монофонических звукоснимателях эти положения обозначены соответственно знаком ∇ и числом 78.

Неправильный выбор иглы приводит к частотным и нелинейным искажениям. При использовании иглы для проигрывания пластинок на 78 об/мин с бóльшим радиусом закругления, чем предусмотрено для данной записи, звуковая канавка быстро разрушается. Кроме

того, в этом случае игла будет упираться на два ребра канавки, поэтому при небольшом наклоне проигрывателя звукосниматель начинает «скользить» по пластинке.

Предварительно убедившись с помощью лупы в наличии сошлифованности острия иглы, ее заменяют в такой последовательности. Головку вынимают из тонарма и кладут на кусок чистой ткани.

Из головки осторожно извлекают иглодержатель, в демпфере которого укреплен металлический стержень (вибратор) с впрессованными иглами. Вибратор захватывают у основания пинцетом и извлекают, слегка поворачивая вокруг оси. Если вибратор сразу не вынимается, то его следует предварительно раскачать. Затем вибратор с новой иглой аккуратно вставляют в иглодержатель так, чтобы игла была расположена перпендикулярно поверхности иглодержателя.

Для увеличения времени работы иглы рекомендуется пользоваться двумя сменными головками, одна из которых является рабочей, предназначенной для предварительного прослушивания пластинки. Вторую головку применяют только для перезаписи на магнитную ленту.

Обращаться с головкой звукоснимателя нужно крайне осторожно. Необходимо помнить, что пьезоэлемент и корундовые иглы хрупки и могут быть испорчены при небрежном обращении. Нельзя допускать падения головки звукоснимателя на поверхность пластинки, не рекомендуется также очищать иглу от пыли пальцем, для этой цели следует пользоваться сухой щеточкой или кисточкой. Корунд по прочности уступает лишь алмазу, но легко скалывается при ударе. Малейшая щербинка на острие иглы повышает уровень шума с пластинки и разрушает звуковую канавку. Желательно на плату проигрывателя в месте возможного случайного падения звукоснимателя с упора наклеить резиновую полоску, которая ослабит силу удара иглы о плату.

Одним из основных условий хорошей работы пьезоэлектрического звукоснимателя является оптимальное согласование его со входом УНЧ.

Пьезоэлектрический звукосниматель представляет собой конденсатор, эквивалентная емкость которого равна 500—700 пФ (емкость кристалла головки ГЗКУ-631Р равна 600 пФ), а емкостное сопротивление — около 6 МОм на частоте 50 Гц и 20 кОм на частоте 16 кГц.

В ламповых и транзисторных усилителях записи, рассчитанных на работу с пьезоэлектрическими звукоснимателями, входное сопротивление обычно лежит в пределах 1—1,5 МОм, а входная емкость — в пределах 30—50 пФ. При таких параметрах усилитель хорошо согласуется с сопротивлением звукоснимателя.

При использовании магнитофона с входным сопротивлением около 50—100 кОм и входной емкостью 300—500 пФ, а также при сравнительно большой длине соединительного шнура возникают частотные искажения, которые нельзя скомпенсировать стандартными регуляторами тембра магнитофона. В этом случае для компенсации частотной характеристики канала записи желательно применять усилитель-корректор, который используется в ЭПУ с электромагнитным звукоснимателем. Различные схемы предварительного усилителя-корректора для использования с пьезоэлектрическим звукоснимателем приведены в соответствующей литературе [6, 7].

Перезапись стереофонической пластинки. При перезаписи стереофонической (или монофонической) пластинки с помощью соединительного шнура соединяют выход стереофонического электрофона (проигрывателя) со входом *Звукосниматель* стереофонического магнитофона. Звуковой контроль ведут через стереофоническую акустическую систему электрофона или магнитофона.

При воспроизведении стереофонической пластинки важно, чтобы игла звукоснимателя не была перекошена по отношению к стенкам звуковой канавки. При невыполнении этого требования нарушается баланс стереоканалов и звуковое изображение смещается из середины в сторону одного из громкоговорителей. Правильную ориентацию

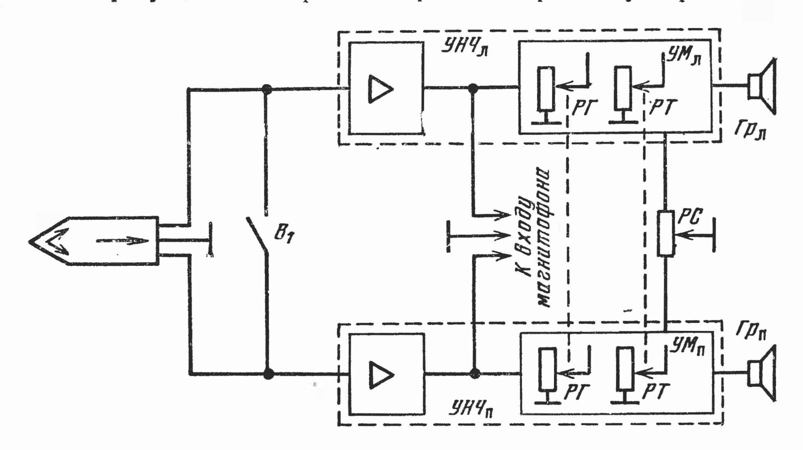


Рис. 6. Структурная схема стереофонического электрофона.

иглы по отношению к стенкам канавки можно проверить, наблюдая ее положение при воспроизведении записи с пластинки, а также измеряя разделение сигналов левого канала от правого и правого от левого, например, с помощью пластинки ИЗМ 33С-201/202 для измерения частотных характеристик стереозвукоснимателей. При правильном положении головки звукоснимателя разделение сигналов в обоих случаях должно быть одинаковым.

Стереофоническую грампластинку можно перезаписать на магнитную ленту в монофоническом варианте. Для этого выход стереофонического электрофона (проигрывателя, радиолы) подключают к монофоническому магнитофону с помощью соединительного шнура, используемого для монофонической перезаписи. Как видно из структурной схемы стереофонического электрофона (рис. 6), суммирование сигналов правого и левого каналов с головки звукоснимателя происходит при замыкании контактов выключателя $В_1$, установленного перед первыми каскадами УНЧ. По этой же схеме осуществляется воспроизведение монофонических грампластинок в стереофонических устройствах. При таком суммировании сигналов могут возникнуть заметные на слух искажения.

Для высококачественной перезаписи стереофонической пластинки следует использовать специальный усилитель-сумматор. На рис. 7

приведена схема сумматора для работ с пьезоэлектрическим звукоснимателем типа ГЗКУ-631Р. Усилитель содержит два идентичных каскада на транзисторах. Входное сопротивление с усилителя — около 1,5 МОм, коэффициент передачи — около единицы, амплитудно-частотная характеристика практически равномерна в полосе частот 10 Гц—20 кГц. Смешивание сигналов правого и левого каналов происходит в сумматоре, состоящем из резисторов R_5—R_7. Выходной сигнал через разъем X_1 подается на вход *Звукосниматель* монофонического магнитофона.

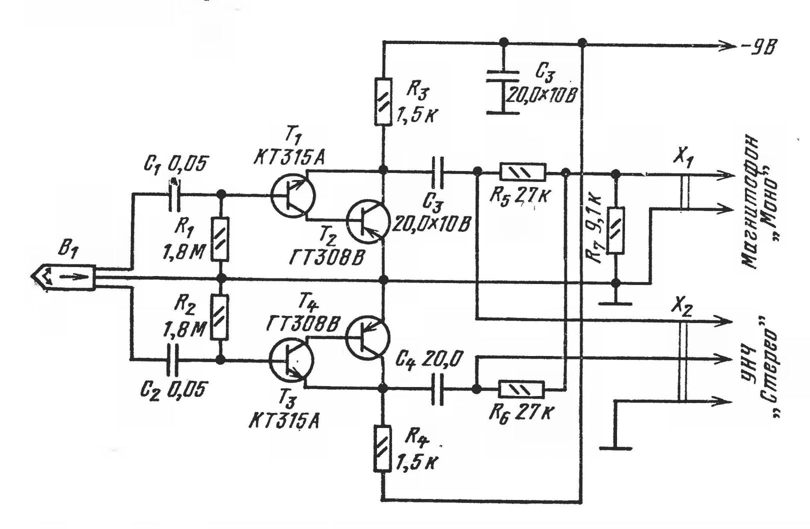


Рис. 7. Схема усилителя-сумматора для перезаписи стереофонических грампластинок.

Усилитель сумматора можно использовать в качестве дополнительного при воспроизведении стереофонической записи. В этом случае выход усилителя соединяют со входом основного УНЧ с помощью разъема X_2. Сумматор экранируют и размещают в ЭПУ возможно ближе к основанию звукоснимателя.

ЗАПИСЬ С ЭФИРА И С РАДИОТРАНСЛЯЦИОННОЙ ЛИНИИ

Запись с радиоприемника. Современные широковещательные радиоприемники имеют длинноволновый, средневолновый, коротковолновый и ультракоротковолновый диапазоны. Возможность устойчивого приема зависит от времени года и суток, а также от географического расположения населенного пункта.

Длинноволновый диапазон (ДВ) охватывает участок частот 150—408 кГц (2000—735 м). В этом диапазоне работают в основном радиостанции центрального вещания Советского Союза и мощные радиостанции, транслирующие передачи республиканского вещания. Прием радиостанций в этом диапазоне возможен на расстоянии до нескольких тысяч километров и мало зависит от времени года и су-

ток. Однако этот диапазон насыщен атмосферными помехами, уровень которых возрастает при удалении от передающей станции. Особенно сильное мешающее действие помех проявляется в летние месяцы. Это ограничивает возможности качественной записи программ дальних радиостанций. Удовлетворительно записать в этом диапазоне можно лишь передачу мощной местной станции.

Средневолновый диапазон (СВ) охватывает участок частот 525—1600 кГц (571,4—187 м). В этом диапазоне работают радиостанции центрального, республиканского и областного вещания Советского Союза, а также радиостанции ряда европейских стран. Качество и громкость приема радиостанций в СВ диапазоне в значительной степени зависят от времени года и суток. Зимой качество приема лучше, чем летом, а вечером — лучше, чем днем. Атмосферные помехи в этом диапазоне проявляются меньше, чем на длинных волнах, но все же они довольно значительны. При благоприятных условиях (например, в зимние вечера) прием радиостанций в этом диапазоне возможен на расстоянии до нескольких тысяч километров.

Коротковолновый диапазон (КВ) охватывает участок частот 3,95—12,1МГц (75,9—24,8 м). В этом диапазоне работают радиостанции всех стран мира. Качество приема этих радиостанций зависит от времени года, суток и длины волны. В дневное время дальние радиостанции лучше принимать на более коротких, а ночью — на более длинных волнах. В КВ диапазоне нередко наблюдают замирание (периодическое ослабление громкости принимаемой программы). В зависимости от состояния ионизированных слоев воздуха на большой высоте над землей замирания могут быть малозаметными или очень глубокими, вплоть до полного прекращения прохождения волн на время до нескольких часов. Очень часто вследствие взаимодействия сигналов нескольких станций передача сопровождается свистом высокого тона, который четко фиксируется магнитофоном. Преимуществом коротких волн является возможность приема громких, хотя и нерегулярных сигналов очень далеких станций.

Ультракоротковолновый диапазон (УКВ ЧМ) охватывает участок частот 65,8—73 МГц (4,56—4,11) м). Этот диапазон используют только для местного высококачественного вещания. В крупных городах одновременно передаются две и больше программ. Прием в УКВ диапазоне почти не подвержен действию помех, однако дальность приема весьма ограничена (примерно до 100 км) и зависит от рельефа местности и высоты установки приемной антенны.

Качество звучания зависит также от класса приемника, на котором ведется прием. Приемники высшего класса могут воспроизводить максимальную полосу частот в УКВ диапазоне 40—15 000 Гц, в остальных диапазонах 40—7000 Гц, приемник I класса — соответственно 60—12 000 и 60—6000 Гц, приемник II класса — 100—12 000 и 100—5000 Гц, а приемник III класса —150—7000 и 150—3500 Гц.

При передаче музыкальных программ на ДВ, СВ и КВ диапазонах запись характеризуется хорошо заметными искажениями, связанными в основном с ослаблением высоких частот. Достаточно хорошей получается запись речевой передачи. Качественные музыкальные записи можно получить только при приеме в УКВ диапазоне.

Запись звуковой программы с широковещательного радиоприемника выполняется достаточно просто. Обычно все современные приемники имеют выходную розетку для подключения магнитофона. Как правило, она соединена с резистором детектора приемника, по-

этому напряжение на нее подается в пределах 20—50 мВ. Может оказаться, что подключение магнитофона к приемнику заметно снизит громкость передачи и приведет к появлению дополнительных искажений. Это может произойти в том случае, если входное сопротивление магнитофона недостаточно велико, т. е. не согласовано с выходным сопротивлением детектора. Для согласования сопротивлений необходимо искусственно увеличить входное сопротивление магнитофона. Проще всего это сделать, включив в соединительную линию, идущую к магнитофону, последовательно дополнительный резистор. Сопротивление резистора подбирается экспериментальным путем и обычно составляет 300—720 кОм.

В некоторых моделях радиол, например «Ригонда-102», установлены две розетки *Магнитофон-I* и *Магнитофон-II*. К первой розетке подключают магнитофон с низким входным сопротивлением (транзисторный), ко второй — с высоким входным сопротивлением, обычно более 400 кОм (ламповый).

В старых типах приемников отсутствуют розетки *Магнитофон*, но имеются розетки *Дополнительный громкоговоритель*. В разных приемниках они подключены к различным участкам принципиальной схемы. В одних приемниках — это вторичная обмотка выходного трансформатора, к которой подсоединена звуковая катушка громкоговорителя (или группа громкоговорителей). Иногда их подсоединяют к отдельной дополнительной обмотке того же трансформатора. Во всех рассмотренных случаях напряжение на вход магнитофона поступает после выходного усилителя приемника, который может внести искажения в запись, в частности, при неправильной установке ручки регулятора тембра.

Как уже указывалось выше, качественную запись с приемника можно получить, подсоединяя магнитофон непосредственно к выходной розетке детектора. Если подобной розетки в данном приемнике нет, то ее можно поставить, используя стандартный разъем СГ-3. Следует иметь в виду, что недостаточная экранировка соединительных концов розетки может послужить причиной появления фона переменного тока, помех и даже самовозбуждения усилителя.

Если сигналы на магнитофон подаются после УНЧ приемника, то уровень записи можно регулировать ручкой *Громкость* приемника и регулятором уровня в магнитофоне. Всегда лучше устанавливать меньшее усиление в приемнике и большее в магнитофоне. При очень большом усилении в приемнике могут возникать искажения за счет перегрузки его усилителя, а при малом усилении появляются помехи, наведенные в соединительных линиях. Поэтому при записи следует устанавливать средний уровень громкости. Иногда целесообразно предусмотреть выключение акустической системы приемника (обычно оно не предусмотрено). Если просто отключить нагрузку выходного трансформатора приемника, то на его первичной обмотке резко возрастет переменное напряжение, что может вызвать пробой обмотки. Вследствие этого снижается выходная мощность приемника и появляются заметные на слух искажения. По этой причине при выключении акустической системы приемника необходимо нагружать выходной трансформатор на эквивалент сопротивления звуковой катушки динамической головки.

Производя запись с приемника, нужно позаботиться о правильной его настройке. Небольшая неточность может послужить причиной значительных искажений. Особенно сильно неточность настройки ухудшает качество воспроизведения сигналов высоких частот, кото-

рые вообще ослабляются при записи с радиоприемника. Настройку на радиостанцию желательно производить по оптическому индикатору, не руководствуясь только слуховыми впечатлениями. При работе в диапазоне УКВ неточная настройка вызывает появление неприятного на слух шипения. В крупных городах вести запись с приемника труднее из-за большого уровня промышленных помех.

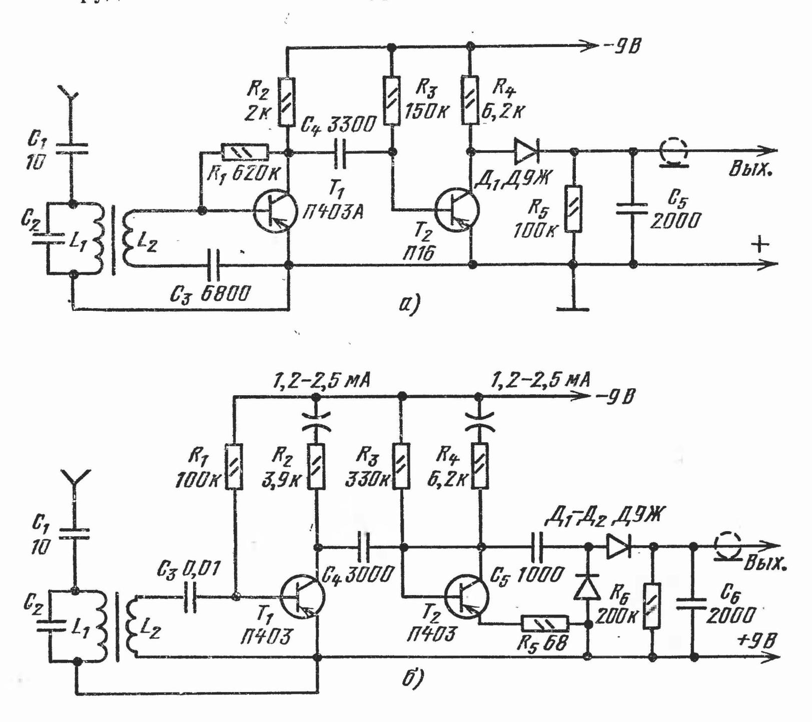


Рис. 8. Схемы приставок к магнитофону для записи радиовещательных передач.

Известную помощь в борьбе с радиопомехами на СВ и ДВ диапазонах может оказать магнитная антенна, которая имеется во всех современных радиоприемниках. Магнитная антенна характеризуется направленным действием. Выбирая положение (поворот) этой антенны, в некоторых случаях можно подобрать наилучшие условия приема. Практически магнитную антенну можно расположить по максимальному уровню громкости приема или по минимальному действию помех. Целесообразно выбирать последнее положение, так как ослабление уровня громкости приема можно всегда компенсировать увеличением усиления в приемнике или магнитофоне.

Перед записью ламповый приемник следует заблаговременно включить, чтобы дать возможность прогреться его деталям. Недостаточно прогретый приемник может оказаться через некоторое время несколько расстроенным. Желательно приемник и магнитофон

располагать возможно дальше друг от друга, так как при приеме гармонических сигналов генераторов стирания и подмагничивания магнитофона передача может сопровождаться непрерывным свистом.

Малогабаритные транзисторные приемники из-за крайне узкого диапазона частот (200—3500 Гц) обычно для записи не используют. Можно применить транзисторные радиоприемники прямого усиления, выполненные в виде приставки к магнитофону. К достоинствам такой приставки относятся достаточно высокое качество звука из-за широкой полосы пропускания и отсутствия помех, шумов и искажений, простота устройства и компактность.

На рис. 8 изображены две принципиальные схемы такой приставки. Особенностью схемы, изображенной на рис. 8, *а*, является работа детектора при начальном токе смещения, что несколько повышает его чувствительность. В схеме, изображенной на рис. 8, *б*, введена отрицательная обратная связь по току во втором каскаде. Данные магнитной антенны для выбранного диапазона можно взять из описания карманных приемников. Для улучшения избирательности катушку магнитной ленты наматывают секциями по 30—40 витков. Расстояние между секциями 2—3 мм.

Налаживание приставки заключается в подборе коллекторных токов транзисторов в пределах 1,2—2,5 мА путем изменения сопротивления резисторов R_2 и R_4. Соединение с магнитофоном производят коротким проводом, подключаемым ко входу *Звукосниматель* при приеме сильных сигналов близких станций или ко входу *Радио* при приеме слабых сигналов удаленных станций. Следует предусмотреть подключение приемника приставки к внешней антенне. На практике подобные приставки, использовавшиеся радиолюбителями для записи, получили хорошую оценку. На расстоянии 50—70 км от мощной радиостанции прием осуществлялся устойчиво и качественно.

Запись стереофонической радиопередачи. Запись стереофонической передачи имеет определенные особенности. В нашей стране используется система стереофонического радиовещания с полярной модуляцией.

В отличие от обычной монофонической системы с использованием частотной модуляции колебаний несущей частоты в стереофоническом радиовещании с полярной модуляцией частота передатчика модулируется комплексным стереосигналом, представляющим собой полярно-модулированные колебания поднесущей частоты 31,25 кГц. В полярно-модулированных колебаниях положительные полупериоды частоты промодулированы по амплитуде сигналом левого канала, а ее отрицательные полупериоды — сигналом правого канала. При передаче амплитуда несущей частоты ослабляется в 5 раз, т. е. на 14 дБ. Общий частотный спектр полярно-модулированных колебаний состоит из суммы сигналов левого и правого каналов, занимающих звуковую область (30—15 000 Гц), и спектра амплитудной модуляции несущей частоты разностью этих сигналов, расположенных в надзвуковой области (31,25—46,25 кГц).

Ежедневно по 4-й программе на волне 4,16 м московское радио в течение нескольких часов передает музыкальную программу стереофонического вещания. Регулярные стереофонические передачи проводятся также в Ленинграде, Киеве, Минске, Риге, Таллине, Саратове, Казани, Свердловске, Новосибирске, Хабаровске, Владивостоке, Горьком; подготавливается техническая база для стереофони-

ческого вещания в Вильнюсе, Тбилиси, Баку, Ереване, Ташкенте и в других крупных городах.

Стереофоническое радиовещание ведется на УКВ диапазоне, выбор которого продиктован сравнительно малым уровнем помех и возможностью получения широкой полосы пропускания, определяющей частотный диапазон передачи.

Стереофонический радиоприемник, настроенный на выбранную волну радиостанции (передающей стереопрограмму), выделяет частотно-модулированный сигнал. После усиления по промежуточной частоте и детектирования на выходе частотного детектора выделяются полярно-модулированные колебания, т. е. комплексный стерео-

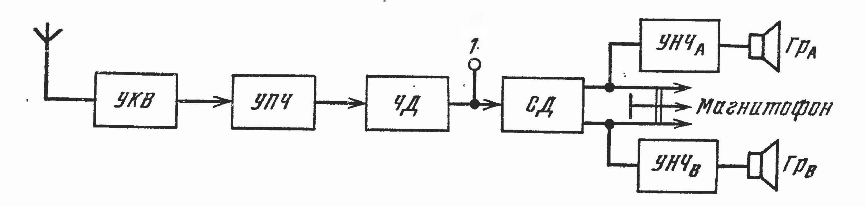


Рис. 9. Структурная схема стереофонического радиоприемника.

сигнал, который поступает на вход преобразующего устройства — стереодекодера (СД). Основная функция стереодекодера — восстановление поднесущей частоты с последующим декодированием полярно-модулированных колебаний в сигналы левого и правого каналов.

Низкочастотная часть приемника состоит из двух УНЧ, согласованных по усилению и частотным характеристикам и нагруженных соответственно на громкоговорители правого и левого каналов. Усилители имеют сдвоенные регуляторы громкости и тембра, а также регулятор стереобаланса для выравнивания громкости в обоих каналах. Упрощенная структурная схема стереофонического приемника показана на рис. 9.

В результате неполного подавления амплитудной модуляции на выходе стереодекодера кроме полезного низкочастотного сигнала появляется спектр сигналов надзвуковых частот до 46,25 кГц, а также гармоники поднесущей частоты 62,5 и 93,75 кГц. При прослушивании стереопрограммы сигналы этих частот не воспринимаются человеческим слухом. Однако при записи стереопрограммы на магнитофон сигналы надзвуковых частот, попадающие на вход усилителя записи, могут образовывать биения с высокочастотным сигналом подмагничивания головки записи, частота которого обычно выбирается в пределах 50—100 кГц. Эти биения в паузе могут прослушиваться в виде свиста на одной или нескольких частотах либо в виде хрипов, ухудшающих разборчивость речи.

Проверку магнитофона для записи стереофонических радиопередач проводят следующим образом. Ко входу усилителя записи подключают звуковой генератор и устанавливают уровень его напряжения равным максимальному звучанию сигнала на выходе стереодекодера. Затем включают магнитофон в режим записи и плавно изменяют частоту звукового генератора от 30 Гц до 100 кГц. После этого, переключив магнитофон в режим воспроизведения, внимatель-

но прослушивают произведенную запись. Результаты испытаний можно считать удовлетворительными, если частота сигнала плавно возрастает от 30 Гц до 15 кГц, после чего сигнал пропадает. Если в некоторые моменты времени, соответствующие подаче сигнала надзвуковых частот на вход магнитофона, прослушиваются отдельные звуки, то это свидетельствует о том, что продукты сигналов высокой частоты и подмагничивания магнитофона расположены в звуковой области частот.

При записи на стереомагнитофон входы стереоканалов усилителя записи можно подключить к выходу УНЧ стереоприемника. Частичное подавление надзвуковых частот в этом случае может быть достигнуто, если частотная характеристика УНЧ имеет крутой спад на частотах выше 15 кГц. Однако при таком подсоединении, как уже указывалось, уровень записи и ее качество зависят от положения ручек регуляторов громкости и тембра в УНЧ.

Для качественной записи стереофонических программ используют несколько способов искусственного подавления сигналов надзвуковых частот с использованием различных фильтров, подключаемых к выходу стереодекодера [8].

В современных высококачественных радиоприемниках предусмотрена возможность записи стереопрограммы на магнитофон. В радиоле высшего класса «Виктория-001-стерео» стереомагнитофон подключают непосредственно к выходу стереодекодера, имеющего соответствующие фильтры. Отечественная промышленность освоила выпуск тюнеров («Ласпи-001-стерео», «Вега-004-стерео» и «Рондо-101-стерео»), которые позволяют с высоким качеством принимать радиопередачи в УКВ диапазоне. Тюнер рассчитан на совместную работу с любым аппаратом, имеющим стереофонический УНЧ, в том числе со стереофоническим магнитофоном. В тюнерах также предусмотрены фильтры для подавления сигналов надзвуковых частот. При записи стереофонический магнитофон подсоединяют непосредственно к выходу тюнера.

Следует отметить, что стереофонические передачи можно принимать с помощью обычного монофонического приемника, имеющего блок УКВ, и специальной стереоприставки, которую включают после частотного детектора приемника. Приставка содержит полярный детектор, в котором происходят разделение звуковых каналов и выделение низкочастотных сигналов. К одному из выходов приставки подсоединяют УНЧ, образующий один канал, а к другому — дополнительный усилитель с выносной акустической системой (второй канал). Следует напомнить, что допустимое рассогласование амплитудно-частотных характеристик усилителей не должно превышать 4—6 дБ.

Для записи стереофонической передачи в монофоническом варианте вход магнитофона можно подключить к частотному детектору (точка *1* на рис. 9). В этом случае на магнитофоне запишется комплексный стереосигнал. Необходимо иметь в виду, что при переходе от монофонической передачи к стереофонической отношение сигнал/шум в месте приема ухудшается более чем на 20 дБ. Поэтому запись стереофонической передачи целесообразно проводить при достаточно высоком уровне принимаемых сигналов.

Запись с трансляционной линии. Благодаря надежности и отсутствию помех запись с трансляционной линии имеет существенные преимущества по сравнению с записью непосредственно с эфира.

Качественные показатели трансляционного вещания достаточно

высокие, звуковые сигналы передаются по линии в полосе частот от 50 до 10 000 Гц, т. е. вещание ведется по I классу качества.

Следует отметить, что в небольших населенных пунктах трансляция вещательной программы нередко ведется с местного радиоузла, где она принимается с радиоприемника. Полоса частот передаваемого сигнала в таких линиях не превышает 4,5 кГц.

По действующим нормам напряжение в радиотрансляционных линиях составляет 30 В (в Москве и некоторых других городах — 15 В). При записи от радиотрансляционной линии с напряжением 30 В ручку регулятора уровня приходится устанавливать в положение, соответствующее началу регулирования. Но и в этом случае запись может получиться с заметными на слух искажениями. Дело в том, что регулятор уровня записи обычно включается не на входе, а после одного-двух каскадов предварительного усиления. При подаче на вход магнитофона сигнала с напряжением 30 В первые каскады могут оказаться перегруженными, хотя индикатор и не покажет превышения максимально допустимого уровня записи. Поэтому, если при записи ручка регулятора уровня была установлена в начальное положение регулирования, а при воспроизведении прослушиваются искажения, то уровень подаваемого сигнала следует уменьшить. Проще всего это сделать, включив в незаземленный провод соединительного шнура резистор сопротивлением 0,25—2 МОм. Его подбирают таким образом, чтобы требуемый уровень записи получался при установке регулятора уровня примерно в среднее положение. Уровень сигнала, подаваемого на вход магнитофона, можно уменьшить также с помощью делителя, схема которого изображена на рис. 10.

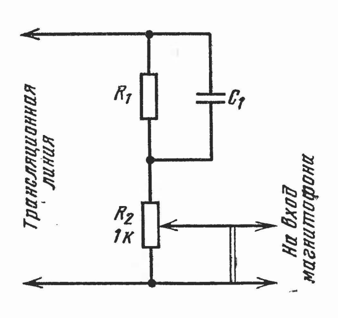


Рис. 10. Делитель напряжения для подсоединения магнитофона к радиотрансляционной линии.

Если сопротивление резистора R_1 и емкость конденсатора C_1 выбрать равными 47 кОм и 150 пФ при напряжении в линии 15 В или соответственно 100 кОм и 30 пФ при напряжении 30 В, то максимальная амплитуда звукового сигнала, подаваемого на вход магнитофона, будет составлять примерно 250—300 мВ. Подключать трансляционную линию в этом случае следует ко входу магнитофона *Звукосниматель*. Перемещая движок резистора R_2, находят положение, при котором запись получается без заметных искажений.

С помощью конденсатора C_1 можно подобрать желаемый тембр звучания записываемой программы. Это бывает необходимо при ослаблении сигналов на высоких частотах при сравнительно большом удалении абонентской точки от радиотрансляционного узла.

Пользуясь индикатором уровня магнитофона, можно для любой программы установить определенное положение, которое должна занимать ручка регулятора уровня при записи. Это положение будет всегда постоянным, так как в трансляционной сети поддерживается примерно одинаковый максимальный уровень передачи. Следует отметить, что речевая передача всегда передается с несколько меньшим уровнем, чем музыкальная.

Запись с трехпрограммного громкоговорителя. Наибольшие возможности представляет для записи трехпрограммное радиовещание, которое осуществляется во многих городах Советского Союза[1]. Используя трехпрограммный громкоговоритель, можно вести запись передач первой программы Всесоюзного радио, второй программы («Маяк») и еще одной радиопрограммы (в Москве это 3-я союзная программа, а в других городах — республиканская или местная).

Упрощенная структурная схема трехпрограммного громкоговорителя показана на рис. 11. Вторая и третья программы передаются по трансляционной сети на частотах 78 и 120 кГц, промодулированных звуковыми сигналами. Полоса частот при приеме этих сигналов 100—6300 Гц.

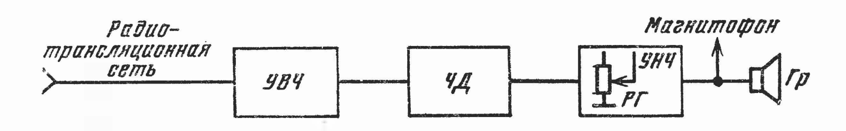


Рис. 11. Структурная схема трехпрограммного громкоговорителя.

Трехпрограммные громкоговорители имеют гнезда для подключения магнитофона. Гнезда выведены параллельно звуковой катушке громкоговорителя. Сигнал на них подается через выходной трансформатор. Запись передач по первой программе лучше осуществлять, подключив магнитофон непосредственно к розетке абонентской точки. Это позволит избавиться от искажений сигнала, которые вносит выходной трансформатор громкоговорителя. Для уменьшения уровня фона переменного тока регулятор громкости громкоговорителя желательно установить в положение максимальной громкости. В этом случае следует предусмотреть возможность переключения вторичной обмотки трансформатора на эквивалентное сопротивление звуковой катушки головки громкоговорителя. Однако эти гнезда соединены с выходным каскадом УНЧ, поэтому использовать их для качественной записи нежелательно. Лучше установить на задней стенке корпуса громкоговорителя стандартный разъем СГ-3 и соединить его с нагрузкой детектора. В этом случае сигнал с нагрузки детектора следует подать на вход *Радио* магнитофона.

Запись звукового сопровождения телевизионной передачи. Все современные телевизоры (кроме телевизоров III класса) как черно-белого, так и цветного изображения имеют специальный разъем для подключения магнитофона. Сигнал на этот разъем снимается с детектора (дробового детектора) звукового блока телевизора. Выходное напряжение детектора 20—50 мВ. Как и при записи с радиоприемника, звуковой сигнал с телевизора следует подавать на вход *Радио* магнитофона. Можно подключить магнитофон и к гнездам *Телефон*, которые соединены с вторичной обмоткой выходного трансформатора звукового блока телевизора параллельно звуковой катушке громкоговорителя. Именно так предусмотрена возможность записи на магнитофон в телевизорах III класса. О качественных не-

[1] Многопрограммное проводное вещание осуществляется более чем в 570 городах и населенных пунктах страны.

достатках записи с этих гнезд говорилось выше. На рис. 12 показаны упрощенная структурная схема звукового блока телевизора и возможные точки подключения магнитофона.

Частотная модуляция и УКВ диапазон, который используется для передачи звука в телевидении, в принципе позволяют получить высококачественную запись, однако качество записи существенно зависит от класса телевизора.

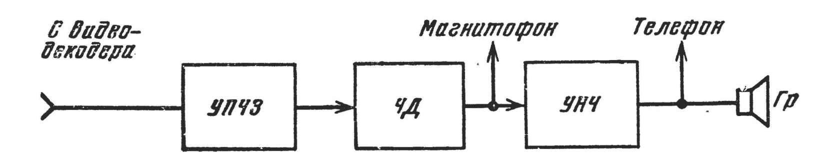


Рис. 12. Структурная схема звукового блока телевизора.

Диапазон воспроизводимых частот тракта звукового сопровождения в телевизорах I класса составляет 60—12 500 Гц. Частотный детектор и ограничитель, применяемый в телевизорах этого класса, эффективно подавляют внешние и внутренние помехи и паразитную амплитудную модуляцию, что обеспечивает качественную запись звуковых программ. Телевизоры II класса (в том числе все цветные) и телевизоры III класса имеют частотный диапазон тракта звукового сопровождения соответственно 80—12 500 Гц и 125—7100 Гц.

При записи с телевизора особое значение приобретает точная ориентировка антенны (особенно если используется комнатная антенна). В большинстве случаев искажения звука возникают только из-за неправильного положения антенны.

Следует отметить, что настройка телевизора по каналам изображения и звука производится одной ручкой. Поэтому возможны случаи, когда при правильной настройке изображения звук воспроизводится с некоторым искажением и фоном, и наоборот, когда удается добиться качественного звуковоспроизведения, качество изображения ухудшается. В этом случае при записи, естественно, телевизор настраивается по качеству звука.

При подключении магнитофона к детектору регуляторы уровня и тембра звукового блока телевизора на качество записи не влияют. Предусмотрены возможность отключения акустической системы телевизора и прослушивание звукового сопровождения через головные телефоны.

Иногда можно воспользоваться телевизором для записи радиопередач, передаваемых по каналу звукового сопровождения во время демонстрации испытательной таблицы. По каналам Центрального телевидения в это время передается вторая программа радиовещания («Маяк»).

В заключение следует сказать, что запись с телевизора может представлять особый интерес. При демонстрации кинофильмов можно записать различные шумы и звуки, необходимые при озвучении любительских фильмов, постановок спектаклей и пр.

Запись с радиоприемника, трансляционной сети, телевизора представляет для радиолюбителя богатейшие возможности пополнения фонотеки.

Программы вещания для записи. Центральное общесоюзное вещание в настоящее время проводится по пяти основным программам при комплексном использовании всех диапазонов радиоволн. Первая союзная программа (основная) предназначена для населения европейской части Советского Союза, Урала и Средней Азии. Для обеспечения основной программой всей остальной территории СССР, имеющей 11 часовых поясов, местные радиовещательные станции ретранслируют ее в трех вариантах, учитывающих разницу временных поясов.

Вторая программа «Маяк» (информационно-музыкальная) передается на средних и коротких волнах и ретранслируется местными радиовещательными станциями на метровых волнах. Третья программа (литературно-музыкальная) передается только в 15 крупных городах европейской части СССР[1].

Четвертая программа (музыкальная) передается по УКВ ЧМ станциям. По этой программе ведется стереофоническое вещание. Пятая программа (круглосуточная) в значительной мере (около 50%) дублирует программу «Маяк».

Кроме центрального общесоюзного вещания в республиках, краях и областях осуществляются местное вещание и ретрансляция передач центральной программы.

Для систематической ориентации с программами передач следует в первую очередь ознакомиться с волновым расписанием радиостанции центрального радиовещания, публикуемым в еженедельном обозрении «Говорит и показывает Москва».

ЗАПИСЬ И ПЕРЕЗАПИСЬ ФОНОГРАММЫ С ЭФФЕКТАМИ

При озвучении любительских кинофильмов, звуковом оформлении спектакля самодеятельного коллектива, выпуске радиогазет на предприятиях и в учебных заведениях, при организации домашних вечеров отдыха и т. п. любителям приходится осуществлять комбинированные записи с наложением, использовать частотную обработку записанной программы, создавать при записи и перезаписи фонограмм те или иные звуковые эффекты.

Комбинированная запись. Комбинированная запись обычно состоит из основного материала, например дикторского текста, фоновой музыки или шумов и т. п. Уровень фоновой записи должен быть несколько ниже основного, иначе разборчивость речи будет невысокой. На практике соотношение уровней основной и фоновой записей приходится подбирать в каждом отдельном случае.

Простейший способ получения комбинированных записей —это наложение записи на запись. Такая возможность предусмотрена во многих современных магнитофонах. Музыку или шумы, составляющие фон, записывают, как обычно, на магнитофон. После этого ленту возвращают в исходное положение и к магнитофону подключают микрофон. В местах, где следует наложить текст, с помощью специальной кнопки *Трюк* отключают стирающую головку (см. рис. 2). Новая запись накладывается на уже имеющуюся.

---

[1] К концу 1980 г. первая программа должна приниматься на всей территории СССР, вторая («Маяк») — на территории, где проживает свыше 90% населения, и третья — на территории, где проживает свыше 50% населения страны.

Чтобы исключить возможные ошибки при чтении, а также для того, чтобы избавиться от мешающих шумов в помещении записи, дикторский текст желательно записать заранее. В этом случае для наложения текста используют второй магнитофон. Использование микрофона в момент записи затрудняет контроль, так как громкоговоритель магнитофона приходится отключать. Поскольку запись осуществляется с подмагничиванием, первая запись в местах наложения оказывается ослабленной, особенно ее высокочастотные составляющие. Это следует учитывать при выборе уровня фоновой записи.

В магнитофонах старого выпуска, в которых отсутствует возможность наложения, имеет смысл установить подобную кнопку. На плате магнитофона устанавливают переключатель, отключающий от генератора тока стирания при записи с наложением стирающую головку и подключающий к нему ее эквивалент. В качестве последнего можно использовать стирающую головку с теми же параметрами, что и основная, либо резистор сопротивлением 300—600 Ом.

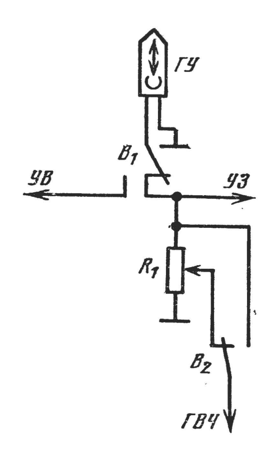


Рис. 13. Схема регулирования тока подмагничивания при комбинированной записи.

Основная трудность, с которой приходится сталкиваться при записи методом наложения, это невозможность контроля и коррекции фонограммы в процессе записи. Кроме того, при включении и выключении стирающей головки на магнитную ленту могут записаться помехи, которые при воспроизведении будут прослушиваться как щелчки.

В какой-то мере этот недостаток может быть уменьшен с помощью переменного резистора R_1 30 кОм (рис. 13), включенного в цепь высокочастотного подмагничивания головки записи (универсальной головки). Установив на магнитофоне фонограмму, на которую нужно наложить текст, переводят движок переменного резистора в нижнее (по схеме) положение, нажимают кнопку *Трюк* и включают магнитофон на запись (контакты переключателя B_2 соединены с кнопкой *Трюк*). В нужный момент включают второй магнитофон с фонограммой текста и движок переменного резистора плавно вводят и также плавно возвращают в исходное положение после окончания наложения.

Значительно лучшие результаты получаются при использовании двух переменных резисторов, один из которых включен в цепь подмагничивания головки записи (универсальной головки), а другой — в цепь головки стирания [9]. Такое включение позволяет поочередно записывать различную звуковую информацию, обеспечивая плавный переход от одного фрагмента к другому.

Более сложный, но и более совершенный способ получения комбинированных записей — это запись с помощью микшерного устройства, предназначенного для смешивания сигналов от нескольких источников звуковых частот. Микшеры делятся на пассивные и активные, но в каждом из них обычно предусматривается возможность независимой регулировки уровня любого звукового сигнала, поданного на его вход.

Пассивные микшеры только ослабляют уровни входных сигналов. Они содержат небольшое число деталей, просты по конструкции и могут быть изготовлены даже начинающими радиолюбителями. Активный микшер содержит один или несколько усилителей, поэтому с его помощью можно не только изменять соотношение уровней сигналов от различных источников напряжения звуковой частоты, но и усиливать их.

Промышленность выпускает два типа микшеров: пассивный на резисторах и активный на транзисторах «Электрон». Оба микшера на три канала. Следует отметить, что регуляторы микшера «Электрон» имеют «слепую» шкалу делений, что затрудняет работу.

Схема простейшего пассивного микшера показана на рис. 14. Первый вход этого микшера можно использовать для подключения высокоомного микрофона, ко второму можно подключать звукосниматель или линейный выход другого магнитофона. Выход микшера соединяют со входом *Микрофон* того магнитофона, на котором осуществляется комбинированная запись. Уровни сигналов от микрофона и звукоснимателя или магнитофона регулируются с помощью переменных резисторов R_1 и R_2 соответственно. Следует отметить, что делать пассивный микшер с большим числом входов нецелесообразно, так как даже при двух входах он ослабляет сигнал от микрофона примерно в 3 раза.

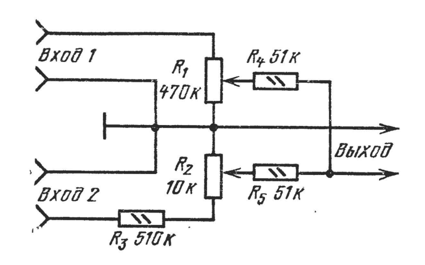


Рис. 14. Схема пассивного микшера.

Схема простого активного микшера показана на рис. 15. Он также рассчитан на работу от источников напряжения звуковой частоты. Однако благодаря введению усилителя, собранного на транзисторе T_1, этот микшер можно подключать ко входам *Микрофон* или *Радио* любого магнитофона. Для работы с этим микшером нужен низкоомный микрофон. Как и в рассмотренном выше пассивном микшере, уровни сигналов, подаваемых на оба входа микшера, можно раздельно регулировать с помощью переменных резисторов R_3 и R_7.

Микшерный пульт может быть построен и по более сложной схеме. В таком пульте помимо регуляторов уровней в каждом входном канале имеется также и общий регулятор суммарного сигнала на выходе. Кроме того, могут быть введены корректирующие цепи, меняющие частотный спектр сигнала, а также обрезные фильтры, резко ограничивающие частотный диапазон в целях устранения шумов на низких и высоких частотах. В приведенных выше схемах микшеров общий регулятор уровня на выходе устройства не предусмотрен. Предполагается, что он будет заменен регулятором уровня магнитофона.

Частотная обработка записываемого сигнала. Запись и перезапись фонограммы от различных источников звуковых сигналов осуществляются, как правило, без частотной коррекции записываемого сигнала. Однако не всегда с помощью регуляторов тембра магнитофона можно достичь желаемого звучания при воспроизведении. Поэтому иногда следует применять частотные фильтры и корректо-

ры, исправляющие недостатки или улучшающие общее качество звучания записываемой программы.

Для обработки звуковых сигналов обычно применяют частотный корректор, который входит составной частью в усилительный блок звуковоспроизводящего устройства либо выполняется в виде отдельного усилителя. Корректор позволяет осуществить как относительный спад, так и подъем частотной характеристики в области нижних и высоких частот.

Заметное на слух изменение тембра происходит в том случае, когда корректор изменяет усилие в данной полосе частот не менее чем на 6 дБ (в 2 раза). Однако такое изменение усиления во мно-

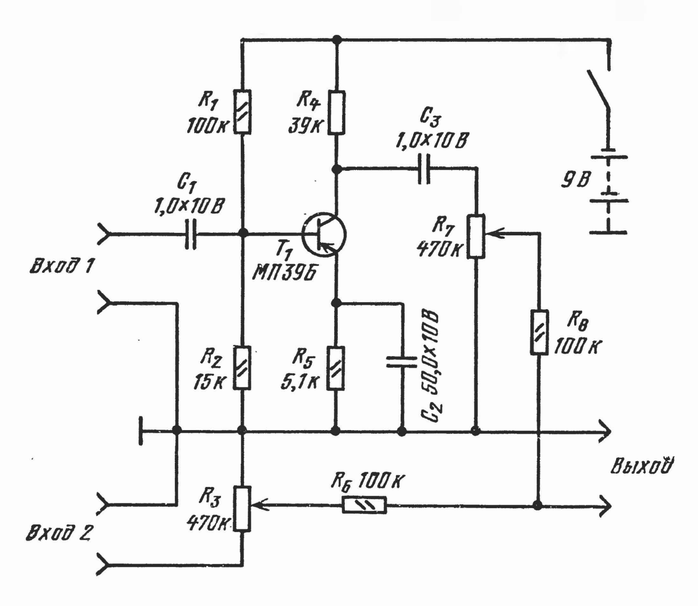


Рис. 15. Схема активного микшера.

гих случаях оказывается недостаточным. На основе многочисленных опытов установлено, что наиболее широкие возможности при обработке записываемой программы дает корректор, позволяющий изменять усиление на нижних и верхних звуковых частотах в пределах ±15—20 дБ. Этот интервал регулирования тембра достигается на крайних частотах рабочего диапазона (40—60 и 12 000—15 000 Гц) по отношению к усилению на средней частоте (1000 Гц). Такой корректор используют при перезаписи грампластинок и магнитных фонограмм.

При использовании корректора нельзя забывать, что чрезмерный подъем и спад сигналов в области как низших, так и высших частот могут существенно исказить характер записываемой программы. Спад на высших частотах (от 2—3 кГц и выше) придает звучанию программы тусклость, звук становится приглушенным, ухудшается разборчивость речи. Излишнее же усиление на высших частотах при-

водит к подчеркиванию шипящих и свистящих звуков речи, к неестественно резкому, раздражающему слух звучанию музыки.

Ослабление на низших частотах (от 100—200 Гц и ниже) лишает звучание сочности, нарушает красоту тембра, а чрезмерное усиление вызывает ощущение неприятного бубнящего звучания.

Существенную помощь может оказать корректор при комбинированной записи фонограммы. Одна из трудностей, с которыми приходится сталкиваться при монтаже сложной фонограммы, это снижение четкости речи при ее совмещении с музыкой или шумами. Маскирующий эффект при таких сочетаниях действует исключительно неблагоприятно для речи. Например, если речь изобилует низкими частотами, а совмещаемая с ней музыка также звучит в низком регистре, то одним подбором соотношений уровней добиться желаемого результата трудно. Используя частотный корректор при перезаписи, можно создать благоприятное частотное соотношение между музыкой и речью, не нарушая четкости их звучания.

В общем случае при наложении речи на музыку уровень музыки несколько снижают, в результате чего в фонограмме перестают прослушиваться низкие частоты. Поднимая с помощью корректора характеристику на низких частотах в музыкальной фонограмме и одновременно на высоких частотах в речевой, можно получить достаточно выразительное звучание каждой составляющей сложной фонограммы.

Необходимость использования корректора может обусловливаться также акустическими особенностями воспроизведения записанной фонограммы. Например, если при передаче радиогазеты, звукового сопровождения любительского фильма или спектакля речь, записанную с номинальным уровнем, воспроизвести с большей громкостью, то при ее восприятии будет субъективно ощущаться подъем низких частот, в результате чего будет искажаться естественное звучание речи. Чтобы устранить этот неприятный эффект, необходимо корректором обеспечить необходимое затухание главным образом на низких, а иногда и на высоких частотах. Затухание на высоких частотах вводят для поддержания общего баланса между высокочастотными и низкочастотными компонентами речи, когда имеет место значительное затухание на низких частотах.

Среди большого разнообразия схем регулирования тембра для звукозаписи наиболее подходят плавные регуляторы двустороннего действия. Такие регуляторы, как было сказано, позволяют осуществить относительный спад и подъем частотной характеристики на низких и высоких частотах тракта по отношению к условной средней частоте (1000 Гц). Обычно такое корректирующее устройство содержит два усилительных каскада, между которыми установлены цепи регулировки, позволяющие независимо регулировать сигналы на низких и высоких частотах.

На рис. 16 приведена одна из наиболее распространенных схем корректора. Эта схема с незначительными изменениями типична для большинства корректирующих устройств, и принцип действия ее, по-видимому, известен большинству читателей.

Кроме частотного корректора при записи и перезаписи могут быть использованы и другие корректирующие устройства, в частности так называемый режекторный (заграждающий) фильтр. С помощью такого фильтра можно удалить нежелательные сигналы на определенных частотах, которые иногда возникают в тракте звукопередачи при перезаписи грампластинок и магнитных фонограмм

Отличительной особенностью схем режекторных фильтров является значительная крутизна затухания в сравнении с обычными звеньями RC других фильтров. При определенном выборе сопротивления R и емкости C на одной частоте токи в элементах звеньев будут равны по значению и противоположны по направлению, следовательно, ток в нагрузке будет равен нулю и фильтр ослабит сигнал на этой частоте. Набор режекторных фильтров, вырезающих определенную полосу частот, позволяет расширить возможности частотной обработки сигнала при записи и перезаписи.

Режекторный фильтр, представленный на рис. 17, состоит из двух двойных Т-образных заградительных фильтров. Первый фильтр (элементы R_1—R_3, C_1—C_3) настроен на частоту около 50 Гц и подавляет наведенные сигналы переменного тока сети питания, а также составляющие колебаний, вызванных вибрацией электродвигателя проигрывателя. Подавление поверхностных шумов пластинки осуществляется вторым фильтром (элементы R_4—R_6, C_4—C_6), настроенным на частоту 5—7 кГц. Потенциометр R_6 позволяет менять ширину полосы подавляемых частот. Если шум пластинки незначителен, то фильтр можно отключить с помощью выключателя B_1.

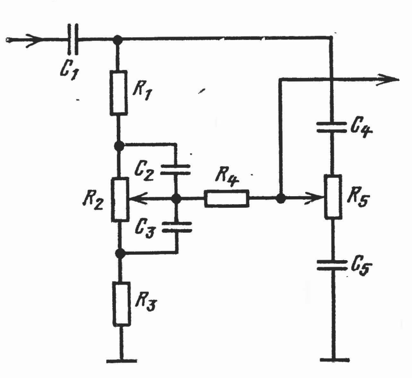


Рис. 16. Схема регулятора низших и высших частот.

Как и все корректирующие устройства, режекторный фильтр включается между источником звуковых частот и магнитофоном.

Необходимо отметить, что, применяя те или иные частотные фильтры для звукозаписи, перед радиолюбителем открывается широкое поле деятельности в получении различных эффектов, достигаемых комбинацией этих устройств.

Так называемые обрезные фильтры, собранные на элементах RC, позволяют получить в записи такие эффекты, как «телефонный разговор», «звучание радиопередачи», «искусственный голос» и другие,

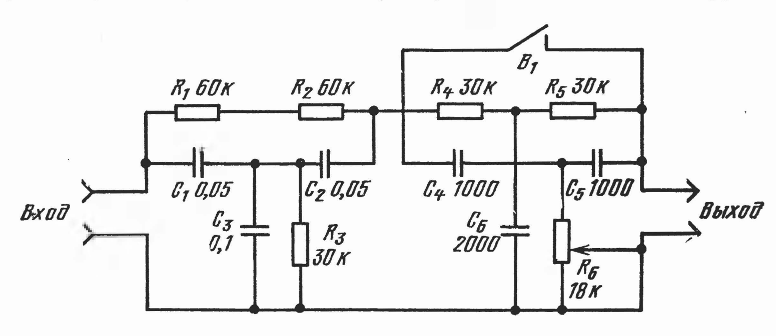


Рис. 17. Схема режекторного фильтра на элементах RC.

широко применяемые при озвучении кинофильмов и звуковом оформлении спектакля. Для создания указанных эффектов частотный диапазон сигналов сужают фильтрами, например, до полосы 300—3000 Гц.

Эффект искусственной реверберации. Искусственной реверберацией называют реверберационный сигнал, вводимый в звуковой сигнал при его передаче по электроакустическому тракту. Эффект реверберации создается с помощью специального устройства — ревербератора, подключаемого к тракту. Принцип действия ревербератора заключается в том, что сигнал от источника звукового сигнала подается на устройство, в котором на этот сигнал тем или иным способом накладывается последовательность его повторений, уровень которых убывает по мере увеличения времени запаздывания. Полученный на выходе устройства сложный (реверберирующий) сигнал подмешивается затем в тракт звукозаписи в необходимом соотношении относительно уровня основного сигнала, создавая звуковой эффект, соответствующий повышенной естественной реверберации в помещении.

Особенно широко применяются эффекты искусственной реверберации при записи музыки и художественной речи в специализированных студиях звукозаписи. В любительских условиях искусственную реверберацию можно использовать для создания звуковых эффектов при перезаписи шумов и речи. Используя искусственную реверберацию при перезаписи различных фонограмм, оптимальный художественный эффект достигается при разном значении реверберации. Так, при перезаписи жанровой, лирической песни или романса эффект реверберации должен быть минимальным, при перезаписи эстрадной музыки или массовых песен, наоборот, его можно увеличить. При перезаписи музыкальных фонограмм введение реверберации не всегда бывает оправданным с художественной точки зрения. Художественная выразительность эффекта подчеркивается при использовании его в отдельные моменты звучания произведения.

Очень эффектной может получиться запись музыкального произведения, если в фонограмму солирующего инструмента при перезаписи ввести реверберацию.

При озвучении кинофильма или звуковом оформлении спектакля нередко возникает потребность подчеркнуть акустическую обстановку места действия, происходящего, например, в большом зале, на городской площади или в горном ущелье. Для этой цели при подготовке фонограммы с записью речи, шумов, пения или музыки также используют эффекты искусственной реверберации или эха. Следует помнить, что в фильме и в спектакле эти эффекты могут нести не только характер внешнего оформления, но и использоваться как средство усиления драматического действия. Известно, например, что шепот, записанный с большим временем реверберации, производит большое впечатление. Кроме того, на фоне музыки, записанной с реверберацией, наблюдается более четкая разборчивость речи, чем при наложении на музыку, записанную без реверберации. Однако чрезмерное увлечение реверберацией может ухудшить четкость звучания отдельных реплик, монолога или диалога, так как чем длительнее время реверберации, тем менее разборчивой становится речь.

Используя при записи и перезаписи искусственную реверберацию, следует помнить, что ее эффект становится менее заметным с понижением громкости воспроизведения. Поэтому, если предполагается воспроизводить фонограмму с малой громкостью, то уровень

реверберации при записи должен быть сравнительно большим, и, наоборот, при воспроизведении фонограммы с большой громкостью эффект будет заметен при малом уровне реверберации. В общем случае выбор времени и степени реверберации при записи и перезаписи различных программ во многом зависит от вкуса и опыта, от понимания задачи звукозаписи.

В любительской практике звукозаписи получили распространение магнитные и пружинные ревербераторы. Компактные и портативные магнитные ревербераторы применяют при записи и перезаписи магнитных фонограмм для создания эффектов искусственной реверберации и эха при выступлениях вокалистов, ансамблей электромузыкальных инструментов и пр.

В любительских условиях в качестве ревербератора можно использовать любой магнитофон, имеющий раздельные усилители записи и воспроизведения, соединив выход усилителя воспроизведения (УВ) со входом усилителя записи (УЗ) по схеме, показанной на рис. 18.

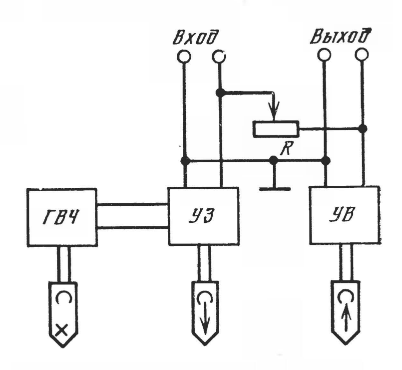


Рис. 18. Схема обратной связи в магнитофоне с раздельными усилителями записи и воспроизведения для получения эффекта реверберации.

Уровень сигнала в цепи обратной связи такого ревербератора зависит от уровня записываемого сигнала и коэффициента усиления УВ. Подбор необходимого уровня осуществляется регулятором громкости УВ и отдельным регулятором глубины реверберации (1 кОм).

Время запаздывания повторного сигнала зависит от скорости магнитной ленты и расстояния между записывающей и воспроизводящей головками.

Если учесть, что предельное время запаздывания повторного сигнала не должно превышать 50 мс, то при стандартной скорости ленты 19 см/с расстояние между рабочими зазорами головок должно быть 1,15 см. В указанных выше аппаратах эти расстояния превышают расчетные, и все же получить эффект реверберации при существующих расстояниях вполне возможно. Дело в том, что предельное запаздывание зависит от вида звучания. Так, указанное время 50 мс соответствует критическому запаздыванию для речи. Для музыкальных произведений предельное запаздывание гораздо больше, чем для речи, и может доходить до 150—200 мс в зависимости от характера и стиля исполняемой музыки. Поэтому при использовании промышленных магнитофонов для получения эффекта реверберации наилучшие результаты можно получить при исполнении медленной, плавной музыки, протяжной песни и крайне замедленной речи.

Чтобы обеспечить возможность выбора времени задержки от 30 до 200 мс (при максимальной скорости движения ленты 19 см/с) в магнитофоне, который предполагают использовать в качестве ревер-

бератора, следует предусмотреть плавное перемещение головки записи по направляющим вдоль тракта движения ленты.

При слишком большом расстоянии между головками записи и воспроизведения, что соответствует большому времени пробега ленты между ними при малых скоростях, будет наблюдаться эффект многократного эха. Такое устройство может еще больше расширить границы применения искусственной реверберации при обработке записываемой программы.

Пружинные ревербераторы компактны, конструктивно крайне просты и дешевы в изготовлении. По этим причинам они находят применение главным образом в бытовых звукоусилительных установках: приемниках, радиолах, магнитофонах, УНЧ и электромузыкальных инструментах. Задерживающим элементом в этих ревербераторах служит спиральная пружина, свободно натянутая между двумя опорами. Принцип действия этого ревербератора прост. На одну сто-

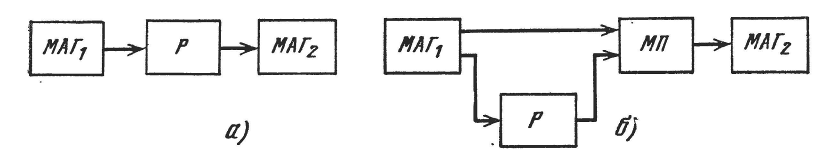


Рис. 19. Схема последовательного (*а*) и параллельного (*б*) подключения пружинного ревербератора при перезаписи.

рону пружины воздействует возбудитель, преобразующий подведенные электрические сигналы в механические колебания пружины. На другом конце пружины механические колебания с помощью выходного преобразователя (датчика) вновь преобразуются в электрические сигналы, задержанные во времени [11].

В тракт звукопередачи реверберационные устройства могут подключаться по различным схемам. Если необходимо прореверберировать всю записанную программу, ревербератор подключают в разрыв соединительной линии тракта перезаписи (рис. 19, *а*).

Рассмотрим подключение ревербератора на примере реверберационной приставки «Эхо». Поскольку чувствительность этой приставки велика (3—5 В), на ее *Вход 1* следует подавать сигнал с выхода магнитофона, предназначенного для подключения внешнего громкоговорителя. Напряжение на вход магнитофона, работающего в режиме записи, необходимо снимать с гнезда приставки *Внешний громкоговоритель* (в приставке эти гнезда соединены со вторичной обмоткой выходного трансформатора).

Чтобы повысить качество перезаписи, выходные гнезда необходимо отключить от вторичной обмотки и подключить параллельно резистору R_{14} в цепи управляющей сетки лампы $Л_2$ (см. схему приставки). В этом случае напряжение на выходе приставки составит 0,1—0,2 В и его следует подавать на вход *Звукосниматель* магнитофона. С помощью регулятора уровня приставки время послезвучания можно изменять, подбирая его для каждой фонограммы в отдельности.

Учитывая, что качественные параметры ревербераторов ниже, чем параметры аппаратуры записи, а также то обстоятельство, что

эффект реверберации, как правило, вводится в отдельные моменты, ревербератор обычно подключают параллельно тракту записи (рис. 19, *б*). В этом случае представляется возможность раздельной регулировки как прямого, так и реверберационного сигналов, однако для этого, конечно, необходимо иметь дополнительный регулятор уровня и смеситель в микшерном устройстве.

При любом включении ревербератора оперативную регулировку уровня реверберированного звука рекомендуется производить с помощью регулятора, включенного после ревербератора. Регулировка входного сигнала, подаваемого на ревербератор, должна иметь лишь установочный характер, в противном случае процесс затухания звука в ревербераторе может существенно изменяться.

Интересные возможности обработки открываются при последовательном включении с ревербератором различных устройств, например фильтра или частотного корректора, с помощью которых можно изменять реверберационную окраску на отдельных участках спектра.

Эффект транспонирования звуковых частот. Эффект транспонирования заключается в искусственном смещении естественного диапазона речи или музыки в сторону его повышения или понижения. Например, грампластинку с записью пения проигрывают с большим или меньшим числом оборотов относительно номинального. В первом случае певец поет высоким голосом, в другом — низким (изменяется, естественно, и тональность музыкального сопровождения).

Эффект транспонирования можно осуществить с помощью перезаписи магнитной фонограммы. Для получения, например, низкого голоса, фонограмму с записью обычной речи перезаписывают с пониженной скоростью, а воспроизводят с обычной. И наоборот, для повышения тональности звучания речи фонограмму перезаписывают с повышенной скоростью, а воспроизводят с номинальной.

Подобным образом могут быть получены различные музыкальные эффекты. Например, замедленная запись отдельных музыкальных инструментов при последующем воспроизведении с номинальной скоростью может дать такую высоту звука, которая обычно этим инструментом никогда не достигается.

В отдельных случаях может потребоваться пение с аккомпанементом, чтобы голос казался высоким, «игрушечным», а музыкальное сопровождение оставалось естественным. Для этого предварительно записывают с номинальной скоростью музыкальное сопровождение, а затем эту фонограмму воспроизводят с замедленной скоростью и подают сигнал на головные телефоны певцу или с малым уровнем на громкоговоритель, установленный в помещении записи (такой прием записи называется записью под фонограмму) [12].

Исполнитель поет, подстраиваясь под замедленный темп музыкального аккомпанемента. Запись пения ведут на той же замедленной скорости, с которой воспроизводят аккомпанемент. Затем обе фонограммы воспроизводят с номинальной скоростью, получаемые сигналы смешивают и записывают. В результате музыка в новой записи будет звучать естественно, а голос певца — в необычном тембре и ритме.

Структурная схема записи под фонограмму приведена на рис. 20. С помощью транспонирования можно изменять также тональность различных шумов и звуков, например звук медленно пролетающего самолета можно преобразовать в звук молниеносно пронесшегося реактивного самолета. Или, наоборот, звон тонкого колокольчика превратить в басовый удар многопудового колокола. Для транспо-

нирования звука двукратное изменение скорости ленты, например с 19,05 на 9,53 см/с (или наоборот), как правило, оказывается чрезмерным. Поэтому достаточно изменить скорость на 20—30% номинальной. Для этого на ведущий вал двигателя магнитофона надевают соответствующую по диаметру насадку. Если звуку необходимо придать специфическую вибрирующую окраску, то насадка должна быть овальной или эксцентричной. Для этого же можно попробовать намотать на ведущий вал некоторое количество витков лейкопластыря.

Монтаж магнитных фонограмм. Часто в любительских условиях монтаж фонограмм ограничивается перезаписью отдельных номеров в нужной последовательности при переводе на другую скорость записи при упорядочении домашних фонотек.

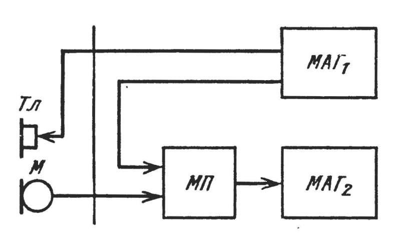


Рис. 20. Структурная схема записи под фонограмму.

Бесконечно разнообразны задачи и приемы монтажа при создании фонограммы для озвучения любительских фильмов и звукового оформления спектакля, при подготовке радиогазеты, фонограммы для проведения вечеров отдыха, при записи выступлений на собраниях, митингах и т. д.

Имея достаточный навык, можно укоротить записанное музыкальное произведение, вырезая из записи отдельный фрагмент, или, наоборот, удлинить звучание, например, песни, включая повторно один из куплетов. В речевой записи можно исключить абзац, фразу и даже отдельное слово или вставить ошибочно пропущенное слово.

Естественно, что при использовании для монтажа ножниц исходная фонограмма должна быть записана только на одну из дорожек магнитной ленты. Результат монтажа фонограммы определяется точностью его выполнения, а точность монтажа в свою очередь зависит от длины монтируемого участка ленты с записью. Особые трудности возникают при монтаже очень коротких звуков или при монтаже фонограммы, выполненной на малых скоростях движения ленты. Некоторого упрощения монтажа можно достигнуть перезаписью монтируемой фонограммы на повышенную скорость. После монтажа фонограмму снова перезаписывают при первоначальной скорости. Так, при скорости 9,5 см/с один слог занимает на ленте длину около 2 см, а длина коротких щелчков — намного меньше. При скорости 19 см/с эти размеры увеличиваются в 2 раза, чем объясняется сравнительная простота монтажа на высокой скорости.

Разрезать ленту надо на паузах, останавливая магнитофон в нужных местах на слух. Для этого можно использовать кнопку *Кратковременный стоп*. Это устройство обеспечивает быстрый пуск и остановку магнитофона, что облегчает поиск на ленте начала и конца записи для монтажа или ее перезаписи. Кроме того, в некоторых магнитофонах имеется ручка *Откат ленты* (медленный возврат), что также облегчает нахождение начала и конца фрагмента записи. Если пауза короткая, то для точного определения ее местонахождения на ленте при выключенном двигателе вручную, придерживая правую и левую катушки, медленно передвигают ленту мимо голов-

ки воспроизведения. После нахождения места паузы точно над щелью головки на ленте мягким карандашом наносят штрих. В этом месте ленту разрезают.

Очень важно, чтобы ножницы, которыми производится монтаж, не оказались случайно намагниченными. В этом случае в местах склейки будут прослушиваться щелчки. Ножницы следует время от времени размагничивать дросселем. Рекомендуется использовать для монтажа специальные ножницы, выполненные из немагнитного материала (латунные, бронзовые).

Все современные ленты, как уже указывалось, имеют лавсановую основу. При монтаже соединение отрезков такой ленты производят с помощью липкой ленты (вручную или с помощью специальных приспособлений). В качестве простейшего приспособления можно использовать привернутую к магнитофону металлическую пластинку, имеющую паз шириной 6,25 мм и глубиной около 1 мм. Иногда посередине пластинки делают под определенным углом узкий пропил для разрезания ленты. В некоторых типах катушек такой паз выполнен непосредственно на щечках, что очень удобно в домашних условиях.

Концы магнитной ленты располагают встык. На место склеивания со стороны ленты без магнитного слоя накладывают отрезок липкой ленты, которую затем прижимают к магнитной ленте. После склеивания края липкой ленты аккуратно подрезают по ширине магнитной ленты.

Следует отметить, что при недостаточно аккуратном соединении, а также при плохом качестве липкой ленты может происходить замазывание рабочей поверхности сердечников магнитных головок липким слоем. Липкая лента чувствительна к температуре. После продолжительного прогрева магнитофона места соединения могут вытягиваться, становиться непрочными.

При отсутствии липкой ленты магнитную ленту на лавсановой основе можно сращивать клеем № 88. Концы соединяемых отрезков ленты разрезают под углом, на участке 4—5 мм тонкой кисточкой аккуратно смазывают клеем и дают подсохнуть 25—30 с. Затем накладывают один конец на другой и сжимают пальцами. Через 40—50 с острым лезвием удаляют с краев остатки клея. После этого кисточку надо тщательно промыть в бензине или ацетоне.

Ленты на диацетатной и триацетатной основах склеивают с помощью специальных клеев. Составы клеев указаны в соответствующей литературе [2]. При склейке концы ленты необходимо отрезать под углом 45—60° и наложить так, чтобы они перекрывали друг друга не более чем на 5—10 мм. Чтобы при многократных проигрываниях склеенная лента не разошлась, надо избегать «встречных» склеек, при которых склеенный конец ленты с магнитным слоем направлен в сторону магнитной головки.

К началу и концу смонтированной фонограммы подклеивают специальную ленту без магнитного слоя, так называемый ракорд. Ракорд позволяет предохранить фонограмму от обрыва при зарядке. Его приклеивают к фонограмме клеем для магнитных лент или соединяют с помощью липкой ленты.

Для обозначения концов магнитных фонограмм выпускают ракордные ленты различных цветов. Цветной слой матовый, что позволяет делать на нем надписи.

Принято обозначать фонограммы, записанные с разными скоростями, ракордами различных цветов. К началу ленты с фонограмма-

ми на скорости 19,05; 9,53 и 4,76 см/с приклеивают ракорд соответственно зеленого, желтого и синего цвета.

Если фонограмма имеет отдельные записи, которые нужно разделить, то для этого используют ракорд белого цвета. Ракорд подклеивают отрезками длиной 40—50 см.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Козырев А. В., Фабрик М. А.** Конструирование любительских магнитофонов. — М.: ДОСААФ, 1973. — 240 с.
2. **Згут М. Я.** Мой друг магнитофон. — М.: Связь, 1973. — 225 с.
3. **Ганзбург М. Д.** Перезапись с магнитной ленты. — Радио, 1972, № 7, с. 35.
4. **Аполлонова Л. П., Шумова Н. Д.** Грамзапись и ее воспроизведение. — М.: Энергия, 1973. — 72 с.
5. **Козюренко Ю. И.** Механическая звукозапись и ее воспроизведение. — М.: Знание, 1975. — 62 с.
6. **Пташенчук Ю.** Предварительный усилитель для электропроигрывателя. — Радио, 1972, № 2, с. 29—30.
7. **Микиртичан Г.** Предусилитель-корректор. — Радио, 1975, № 5, с. 30—35.
8. **Жмурин П. И.** Прием передач стереофонического радиовещания. — М.: Связь, 1973. — 92 с.
9. **Вовченко В. С.** Звук на любительской ленте. — М.: Энергия, 1973. — 44 с.
10. **Ганзбург М. Д.** Комбинированная запись.—Радио, 1972, № 8, с. 25—26.
11. **Козюренко Ю. И.** Искусственная реверберация. — М.: Энергия, 1970. — 80 с.
12. **Козюренко Ю. И.** Звукозапись с микрофона. — М.: Энергия, 1975. — 119 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ЮРИЙ ИВАНОВИЧ КОЗЮРЕНКО

ЗАПИСЬ И ПЕРЕЗАПИСЬ МАГНИТНЫХ ФОНОГРАММ

Редактор Ю. А. Вознесенский
Редактор издательства Н. В. Ефимова
Обложка художника Ф. Г. Миллера
Технический редактор Л. В. Изгаршева
Корректор М. Г. Гулина

ИБ № 960

Сдано в набор 25.12.79. Подписано в печать 06.03.80. Т-01086. Формат $84 \times 108^1/_{32}$. Бумага типографская № 2. Гарн. шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 2,94. Уч.-изд. л. 3,98. Тираж 80000 экз. **Заказ № 229 Цена 30 коп.**

Издательство «Энергия», 113114. Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.

600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

30 к.

